Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. Hans Joachim Mallach

Abhängigkeit der Totenstarre und der Totenflecke vom Leichenalter

Statistische Untersuchungen mit Hilfe maschineller Datenverarbeitung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Hans-Joachim Mittmeyer
aus Magdeburg

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543901_0037

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. Hans Joachim Mallach

Abhängigkeit der Totenstarre und der Totenflecke vom Leichenalter

Statistische Untersuchungen mit Hilfe maschineller Datenverarbeitung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Hans-Joachim Mittmeyer
aus Magdeburg

1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. med. J. Hirschmann

1. Berichterstatter: Professor Dr. med. H.J. Mallach
2. Berichterstatter: Priv.Doz. Dr. med. C.-Th.Ehlers

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v.Spangenberg KG · Tübingen

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr.med. H.J. Mallach, Direktor des Instituts für gerichtliche Medizin der Universität Tübingen, für die Überlassung des Themas, für die vielen Anregungen und Ratschläge bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr.med. C.-Th. Ehlers, Leiter der Abteilung für Dokumentation, für die Unterstützung bei der maschinellen Datenverarbeitung.

Herrn Diplom-Physiker H.G. König am Institut für gerichtliche Medizin in Tübingen danke ich für die mathematischen und physikalischen Beratungen.

D I S P O S I T I O N

Seite

I. EINLEITUNG 1

1. Totenstarre 1
2. Totenflecke 6
3. Problemstellung 9

II. METHODIK

1. Entwicklung eines Erhebungsbogens 10
   a) Verschlüsselung der einzelnen Erhebungspunkte 11

III. ERGEBNISSE STATISTISCHER UNTERSUCHUNGEN 23

1. Gliederung nach hpm und Totenstarre-Index 30
   a) Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index aller Fälle 30
   b) Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index in den einzelnen Altersklassen 35
   c) Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index bei unterschiedlicher Geschlechtszugehörigkeit 41
   d) Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index mittels gleicher Indices 45
      aa) Index 500 49
      bb) Indices kleiner 500 52

2. Gliederung nach hpm und Totenstarreklassen 57
   a) Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung der Ellenbogen 61

Seite

b) Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung des Kiefers 61

c) Primäre Nackenlösung mit gemeinsam folgender Lösung der Ellenbogen und des Kiefers 62

d) Primäre Ellenbogenlösung 63

3. Gliederung nach hpm und Totenstarre-Graden in den einzelnen Gelenken 65

a) Nacken 65
b) Kiefer 69
c) Ellenbogen 72
d) Kniegelenke 76
e) Sprunggelenke 80
f) Beziehung der Gelenke zueinander 83

4. Gliederung nach hpm und Wegdrückbarkeit der Totenflecke 92

a) Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck 94
b) Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck 99

IV. DISKUSSION 108

V. ZUSAMMENFASSUNG 126

VI. LITERATURVERZEICHNIS 128

I. EINLEITUNG

Eine der wichtigsten Aufgaben des gerichtsmedizinischen Begutachters ist die möglichst genaue Bestimmung der Todeszeit, insbesondere an unter verdächtigen Umständen aufgefundenen Leichen. Wie schwer es ist, hinreichend exakte Angaben über die Zeitspanne zwischen Todeseintritt und Auffinden der Leiche (horae post mortem = hpm) und damit über den Todeszeitpunkt zu machen, ist jedem Gerichtsarzt bekannt. Sieht man auf der einen Seite die sich aus seinem Urteil ergebenden straf-, zivil- und versicherungsrechtlichen Konsequenzen, so ist die vom Gerichtsarzt geübte Zurückhaltung bei der Todeszeitbestimmung verständlich.

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde die Totenstarre zur Todeszeitbestimmung herangezogen. Nach der Jahrhundertwende begann man sich in dieser Richtung für die Totenflecke zu interessieren. Die Problematik aller dieser Untersuchungen und auch der vorliegenden Arbeit ergibt sich aus den vielen nicht einbeziehbaren Faktoren, von denen die postmortalen Veränderungen abhängen. Im folgenden soll deshalb ein kurzer Abriß über die Totenstarre und Totenflecke gegeben und damit vergegenwärtigt werden, wie schwer es ist, mittels der beiden Todeszeichen genaue Angaben über die Todeszeit zu machen.

1. Totenstarre

Das allmähliche Erstarren der Gelenke, das auf die unmittelbar nach dem Tode einsetzende Erschlaffung des Organismus folgt, wird sowohl an menschlichen als auch an tierischen Leichen beobachtet und als Totenstarre oder Leichenstarre (rigor mortis) bezeichnet.

Es ist das Verdienst NYSTENs (1811), den experimentellen

Beweis erbracht zu haben, daß die Erstarrung, welche den tierischen Körper nach dem Tode ergreift, von den Muskeln ausgeht.

Gleichzeitig mit dem Erstarren der Gelenke unterliegt die Muskulatur physikalischen Zustandsänderungen. Sie verkürzt, verdickt und versteift sich, verliert an Elastizität und ist leichter zerreißbar. An biochemischen Veränderungen sind Bildung von Milchsäure und Abnahme des Glykogengehaltes im Muskel zu beobachten. Beide Vorgänge unterstützen die Spaltung von Adenosintriphosphat (DOERING, KORINTH und SCHMIDT, 1962). Die dadurch bedingte Abnahme an energiereichem Phosphat führt zur Bildung von Actomyosin und verursacht damit die Viskositätszunahme der Muskulatur (SZENT-GYÖRGI, 1951; BATE-SMITH und BENDALL, 1947).

Beim Ablauf der Totenstarre werden bestimmte Stadien unterschieden: LOCHTE (1923) unterteilt die aufeinanderfolgenden Erscheinungen an der Leiche in primäre Erschlaffung, Erstarrung der Muskeln, Schwinden der Totenstarre und sekundäre Erschlaffung. Die Totenstarre nimmt also nach einem starrefreien Intervall bis zur vollen Ausprägung stetig zu. Mit zunehmender Zeit löst sie sich allmählich, so daß die Gelenke schließlich wieder vollständig locker sind.

Seit NYSTENs (1811) grundlegender Untersuchung ist die Totenstarre wiederholt als Kriterium zur Todeszeitbestimmung herangezogen worden. Die einzelnen Angaben im Schrifttum (v. HOFMANN, 1877; MITTENZWEIG, 1878; KORNFELD, 1884; SCHMIDTMANN, 1905; PUPPE, 1908; STRASSMANN, 1911; GOTTSCHALK, 1912; HARNACK, 1914; STRASSMANN, 1922; MEIXNER, 1923; LOCHTE, 1923; MÜLLER-HEß, 1923; MERKEL und WALCHER, 1951; HANSEN, 1965; PROKOP, 1966) sind recht unterschiedlich und zum Teil widersprüchlich.

MALLACH (1964) berechnete aus den Literaturquellen zwischen

1811 und 1960 folgende Variationen im Ablauf der charakteristischen Eigenschaften der Totenstarre bei Erwachsenen und ihrer zeitlichen Abhängigkeit von der Todeszeit: Die Totenstarre kann in den ersten 7 Stunden post mortem auftreten. Sie erreicht zwischen 6 und 10 hpm ihre völlige Ausprägung, hält 29 bis 85 Stunden an und ist 12 bis 140 Stunden nach dem Tode wieder gelöst. Aus eigenen Beobachtungen und aus den bei v. HOFMANN (1877) mitgeteilten Fällen berechnete MALLACH (1964, z.T. nicht veröffentlicht) Durchschnittswerte und Standardabweichungen und stellte die Ergebnisse den aus 28 Literaturquellen berechneten Werten gegenüber. Tabelle 1 zeigt die errechneten Ergebnisse.

Bei der Bestimmung der Todeszeit mit Hilfe der Totenstarre ist auch die Reihenfolge des Eintritts der Totenstarre zu berücksichtigen. Meist befällt die Starre zuerst den Kiefer (MEIXNER, 1923; MERKEL, 1930; PONSOLD,1967) und den Nacken (NAUMANN, 1917), sodann "absteigend" die andere Muskulatur (sogenannte Nysten'sche Reihe, beschrieben von DEVERGIE, 1841). Als Ausnahme von diesem Verlaufstyp beschreibt HANSEN (1965) eine umgekehrte Reihenfolge mit Beginn der Totenstarre in den Beinen. Dieser als "Läufer-Typ" bezeichnete "aufsteigende Typ" soll vor allem bei Menschen vorkommen, die kurz vor dem Tode starke muskuläre Beinarbeit geleistet haben. Weitere Ausnahmen, auf die besonders von LARCHER (1862) und MASCHKA (1882) hingewiesen wurde, sind im folgenden wiedergegeben:

Nacheinander werden totenstarr:

1. Unterkiefer, Arme, Nacken
2. Unterkiefer, Nacken, Beine, Arme
3. Unterkiefer, Arme, Beine, Nacken
4. Unterkiefer, Nacken, danach Arme und Beine erst der einen, dann der anderen Körperhälfte.

Tabelle 1: Totenstarre beim Erwachsenen nach MALLACH (1964, zum Teil nicht veröffentlicht)

AUTOR	Zustand der Totenstarre in Stunden p.m. und Standardabweichung (σ_x)			Anzahl der Fälle
	voll ausgeprägt	in Lösung begriffen	vollständig gelöst	
von Hofmann (1877)	48 ± 14 65 % (117)	47 ± 14 28 % (51)	50 ± 6 1/4 7 % (13)	181
Mallach (1962)	57 ± 27 25 % (57)	76 ± 24 53 % (126)	86 ± 29 22 % (54)	237
Nysten 1811 Andral, et al. 1841 Casper 1857 Böcker 1857 Wald 1858 Mittenzweig 1878 Maschka 1882 Kornfeld 1884 Richter 1905 Schmidtmann 1905 Puppe 1908 Strassmann, E. 1911 Gottschalk 1912 Chiari 1913 Harnack 1914 Kratter 1921 Haberda 1923 Meixner 1923 Lochte 1923 Müller-Heß 1923 von Meyenburg 1929 Strassmann, G. 1931 Pietrusky 1943 Dettling 1951 Gradwohl 1954 Hansen 1954 Ponsold 1957 Prokop 1960	57 ± 14	-	76 ± 32	-

Der totenstarre Muskel hat die Eigenschaft nach dem gewaltsamen "Brechen der Totenstarre" bis zu einem gewissen Zeitpunkt diese erneut auszubilden. MEIXNER (1923) gibt als Zeitgrenze, nach der dieses Phänomen nicht mehr beobachtet werden kann, acht Stunden nach dem Tode an.

Die verschiedensten äußeren und inneren Faktoren nehmen Einfluß auf den Ablauf der Totenstarre und machen somit eine praktische Handhabung der Totenstarre zur exakten Todeszeitbestimmung wenig Erfolg versprechend. Altersbedingt soll bei unreifen Früchten und Säuglingen die Totenstarre schneller eintreten (v. HOFMANN, 1877), schwächer ausgebildet werden (HANSEN, 1965) und kürzer verlaufen (v. HOFMANN, 1877; MITTENZWEIG, 1878). Im Gegensatz dazu ist sie bei jungen,kräftigen Menschen stärker ausgebildet (HANSEN, 1965) und bleibt länger erhalten (v. HOFMANN, 1877). Greise sollen eine wenig intensive Starre entwickeln (HANSEN, 1965). Unterschiedliche Beobachtungen über den Starreablauf wurden auch bei gewissen Todesarten gemacht. Danach soll die Totenstarre nach Kohlenmonoxydvergiftungen (MITTENZWEIG, 1878) und E 605-Vergiftungen (FORSTER, 1963) beschleunigt eintreten. Unvollständig entwickelt wurde die Totenstarre bei Kohlenmonoxydvergiftungen, Blitzschlag (v. HOFMANN, 1876), Vergiftungen, die mit degenerativer Verfettung der Muskulatur einhergingen (Phosphor), infektiösen Prozessen und Sepsis (HANSEN, 1965) gesehen. Lang anhaltende Starre soll bei gewaltsamem, plötzlichem Tod junger, kräftiger Leute (v. HOFMANN, 1876; MITTENZWEIG, 1878; LOCHTE, 1923; MÜLLER-HEß, 1923) und nach Alkoholabusus (MÜLLER-HEß, 1923) vorkommen. PUPPE (1908) gibt an, daß sich die Starre bei gewaltsamen Todesarten später zu bilden beginnt. Weiterhin hängt der Ablauf der Totenstarre vom Körperbautyp ab. Muskelkräftige Leichen zeigen eine verzögerte Bildung der Totenstarre (PUPPE, 1908; LOCHTE, 1923; MÜLLER-HEß, 1923) und erreichen später deren volle Ausprägung (LOCHTE, 1923; MÜLLER-HEß, 1923). Sie ist dabei besonders kräftig und intensiv entwickelt (HANSEN, 1965) und dauert relativ lange an (LOCHTE,

1923; MÜLLER-HEß, 1923). Im Gegensatz dazu ist die Totenstarre bei muskelschwachen und schlecht genährten Individuen schneller ausgebildet (v. HOFMANN, 1877), erreicht lediglich eine schwache Ausprägung (HANSEN, 1965) und schwindet früher (v. HOFMANN, 1877). Bei höheren Temperaturen soll die Totenstarre beschleunigt eintreten (v. HOFMANN, 1877; MITTENZWEIG, 1878; PUPPE, 1908; MÜLLER-HEß, 1923; HANSEN, 1965). Hieraus erklärt sich vermutlich auch der Befund v. HOFMANNs (1877) und MITTENZWEIGs (1878), die bei Insolation, Blitzschlag, Verbrennung und Verbrühung einen schnelleren Eintritt der Totenstarre beobachteten. Eine verlangsamte Bildung (MITTENZWEIG, 1878) und ein verzögerter Ablauf (MÜLLER-HEß, 1923) der Starre wurde demgegenüber bei Kälte beobachtet.

2. Totenflecke

Als sicheres Todeszeichen treten infolge Sistierens des Kreislaufs Totenflecke (Livores) auf. Sie bilden sich in der Regel - bedingt durch die Senkungsblutfülle (Hypostase) der Hautkapillargebiete - an den abhängigen Körperpartien aus. Gewöhnlich imponieren sie als fleckige, blaurote Verfärbungen der Leichenhaut. Der Beginn ihres Auftretens, ihre Ausdehnung und Farbintensität, ihre Umlagerungsfähigkeit (Déplacement) und ihre Wegdrückbarkeit mit dem Daumen oder einem harten Gegenstand (Messer, Pinzette) stehen in zeitlicher Abhängigkeit von der Todeszeit.

Die Gerichtsärzte des 19. Jahrhunderts haben den Totenflecken im Hinblick auf die Bestimmung der Todeszeit keine wesentliche Bedeutung beigemessen. So äußerte SCHMIDTMANN (1905): "Da die Zeit, innerhalb derer die Totenflecke auftreten, in ziemlich weiten Grenzen schwankt, so bietet ihre Anwesenheit keine sicheren Anhaltspunkte für eine Bestimmung der Todeszeit."

Relativ einheitlich sind die aus dem Schrifttum hervorgehenden Angaben über das erste Auftreten der Totenflecke. So beobachteten PUPPE (1908) ein solches nach 60 Minuten, MERKEL (1930) nach 20 bis 30 Minuten, HANSEN (1965) nach 30 bis 45 Minuten und PROKOP (1966) nach 20 bis 30 Minuten. Die in der Literatur von 1905 bis 1963 dargestellten Zeitangaben über das erste Auftreten der Totenflecke nach dem Tode wurden von MALLACH (1964) zusammengetragen und daraus ein Durchschnittswert von 45 Minuten berechnet. Das Zusammenfließen der Totenflecke zu größeren Flächen (Konfluktion) beginnt nach HANSEN (1965) und PROKOP (1966) 120 Minuten nach dem Tode. MALLACH (1964) berechnete hierfür anhand mehrerer Literaturquellen eine mittlere Zeit von 150 Minuten und eine von 9 1/2 Stunden, bei der sie die größte Ausdehnung und Farbintensität aufweisen.

Verändert man kurze Zeit nach dem Tode die Lage der Leiche, so verschwinden die Totenflecke am ursprünglichen Ort und bilden sich neu an den nunmehr abhängigen Partien aus (Déplacement der Totenflecke). Wie MUELLER (1950) in einer histologischen Untersuchung zeigen konnte, nimmt die Umlagerungsfähigkeit in dem Maße ab, wie der Blutfarbstoff ins Gewebe übertritt. Somit steht das Déplacement in einer gewissen zeitlichen Beziehung zum Todeseintritt. MALLACH (1964) berechnete aus den Zeitangaben im Schrifttum zwischen 1905 und 1963 eine durchschnittliche Zeit von 3 3/4 Stunden p.m., bis zu welcher die Totenflecke vollständig, und von 11 hpm, bis zu der sie unvollständig umgelagert werden konnten.

Eng verbunden mit dem zeitlich bedingten, unterschiedlichen Verhalten der Totenflecke bei Umlagerung der Leiche ist deren Verhalten bei der Prüfung auf Wegdrückbarkeit. Auch hierbei nimmt die Wegdrückbarkeit der Totenflecke in dem Maße ab, wie der Blutfarbstoff ins Gewebe übertritt. MUELLER (1950) hat deshalb zwischen hypostatischem Totenfleck und

Diffusions-Totenfleck unterschieden und einen fließenden Übergang des einen in den anderen angenommen. Nach seinen Beobachtungen verschwanden in den ersten 6 bis 8 Stunden nach dem Tode die Totenflecke auf Fingerdruck vollständig. Zwischen 8 und 14 Stunden post mortem blaßten sie auf Fingerdruck lediglich ab und reagierten mit zunehmender Zeit immer geringer. Bei kräftigem Druck mit einem harten Gegenstand (Pinzette) wurde dagegen noch längere Zeit nach dem Tode ein Abblassen der Totenflecke festgestellt. So wurde an einer Leiche, die acht Tage in einer Kühlanlage aufbewahrt worden war, noch ein Abblassen der Totenflecke auf Pinzettendruck beobachtet (MUELLER, 1950).

Die Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf mäßigen Druck wird nach PROKOP (1966) bis maximal 20 Stunden nach dem Tode und deren Abblassen bei starkem Druck mit harten Gegenständen bis maximal 36 Stunden p.m. angegeben. Gleichzeitig wird ein Fall mit einer Liegezeit von vier Wochen beschrieben, bei dem die Totenflecke auf mäßigen Druck noch wegdrückbar waren.

MALLACH (1964) kommt bei der Durchsicht der Literatur von 1905 bis 1963 zu einem durchschnittlichen Zeitwert für die vollständige Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck von 5 1/2 hpm. Für die unvollständige Wegdrückbarkeit auf Pinzettendruck errechnet er eine mittlere Zeit von 17 hpm.

Das erste Auftreten, die Ausdehnung, die Farbintensität, die Umlagerungsfähigkeit und Wegdrückbarkeit der Totenflekke hängen von den verschiedensten äußeren und inneren Faktoren ab. So können die Totenflecke schwächer ausgebildet sein, wenn dem Ableben ein akuter Blutverlust oder eine chronische Anämie vorausgehen (v. HOFMANN, 1876; PUPPE, 1908; MERKEL, 1930; WALCHER, 1950; PROKOP, 1966). Bei plötzlichen Todesfällen, insbesondere von jungen, kräftigen Men-

schen, sollen im Gegensatz zu älteren Leuten, die durch langes Krankenlager geschwächt sind, die Totenflecke schneller auftreten, umfangreicher ausgebildet und intensiver gefärbt sein (v. HOFMANN, 1876; MERKEL, 1930; PROKOP, 1966). Bei Lagerung in der Kälte sollen sie nur verzögert auftreten (MUELLER, 1950). Umlagerungsfähigkeit und Wegdrückbarkeit der Totenflecke sollen vom Grad der Hämolyse abhängen (MUELLER, 1950). Dieser wiederum sei bei höheren Temperaturen und bei bestimmten Todesursachen (Peritonitis) beschleunigt (WALCHER, 1950).

Die hier referierten Ergebnisse machen deutlich, daß eine exakte Angabe der Todeszeit mittels Prüfung der Totenstarre und Totenflecke wenig Erfolg versprechend ist. Die damit gewonnenen Daten sollten deshalb mit Vorsicht gehandhabt werden.

3. Problemstellung

In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, durch statistische Auswertung des Verhaltens von Totenstarre und Totenflecken Anhaltspunkte zur Todeszeitbestimmung zu geben. Wie aus den Ausführungen über die Totenstarre und Totenflecke hervorgeht, kann bei den gewonnenen Ergebnissen nicht damit gerechnet werden, daß sie in jedem Fall eine praktische Handhabung bei der Todeszeitbestimmung ermöglichen. Vielmehr geht es um die Frage, inwieweit Totenstarre und Totenflecke geeignet sind, Rückschlüsse auf den Todeszeitpunkt zu erlauben. Unter diesem Aspekt interessieren besonders das Durchschnitts- und Tendenzverhalten dieser beiden postmortalen Veränderungen in ihrer zeitlichen Zuordnung zum Zeitpunkt des Todes.

II. METHODIK

1. Entwicklung eines Erhebungsbogens

Bei der gerichtsmedizinischen Leichenöffnung werden im hiesigen Institut routinemäßig im Rahmen der "Äußeren Besichtigung" des Leichnams der Grad der Totenstarre und die Ausprägung der Totenflecke begutachtet und in Sektionsprotokollen festgehalten.

Um den subjektiven Fehler, den Begutachtungen dieser Art enthalten können, möglichst klein zu halten und andererseits eine einheitliche Nomenklatur bei der Benennung von Totenstarre und -flecken zu erhalten, wurden lediglich die Sektionsprotokolle eines Begutachters zur statistischen Auswertung herangezogen.

Da beabsichtigt ist, die Statistik weiterzuführen, wurde bei der Erstellung des Erhebungsbogens davon ausgegangen, eine möglichst große Anzahl der protokollierten Angaben, sowohl einzeln als auch in Beziehung zueinander, zu erfassen. Für die Speicherung der so gewonnenen Werte bot sich das Lochkartenverfahren an. Es setzte für jeden Punkt der Erhebung einen festen Schlüssel voraus, mit dessen Hilfe die Angaben - durch entsprechende Ziffern ausgedrückt - dem Lochkartensystem über den Erhebungsbogen zugeführt werden konnten.

Beim Entwurf der einzelnen Schlüssel wurde darauf Wert gelegt, mit möglichst wenigen Spalten im Erhebungsbogen und damit in der Lochkarte den unterschiedlichen Aussagemöglichkeiten eines Erhebungspunktes gerecht zu werden. Denn einerseits limitiert der Aufbau

der Lochkarte mit 80 Spalten zu 10 Möglichkeiten die Grösse der Zahlenschlüssel, und andererseits gestaltet sich die Auswertung der Lochkarten nach dem Prinzip der maschinellen Datenverarbeitung mit kleinen Schlüsseln rationeller. Je nach Aussagenfülle eines Erhebungspunktes wurden bis zu 8 Spalten benötigt und darin die unterschiedlichen "positiven" Aussagemöglichkeiten einer Angabe mit den Ziffern 1 bis 8 bezeichnet. In "negativen" Schlüsseln wurden die Ziffern 0 und 9 für "Nicht" bzw. "Ohne Angabe" verwendet.

Die Auswahl der 26 Erhebungspunkte ergab sich sowohl aus der eigenen Fragestellung als auch aus der beabsichtigten Fortführung der Statistik.

a) Verschlüsselung der einzelnen Erhebungspunkte

Die im hiesigen Institut vorliegenden Sektionsprotokolle sind jährlich fortlaufend nummeriert. Mit der Auswahl der Protokolle eines Begutachters wurde eine neue fortlaufende Nummer (Lfd.Nr.) erforderlich. Sie ist bei der augenblicklich gegebenen Anzahl von 271 Protokollen im Erhebungsbogen mit drei Spalten bedacht.

Bei der Verschlüsselung des Alters wurden für Neugeborene die gelebten Stunden und Tage, für Säuglinge die Tage und Monate, für Kleinkinder und Kinder die Jahre und Monate und für Jugendliche und Erwachsene die Lebensjahre mit einem vierstelligen Schlüssel angegeben. Bei Totgeburten wurden die Spalten mit 0 beziffert.

Neben der Erhebung des effektiven Alters wurden die aufgeführten Altersklassen in ihrer Gesamtheit mit einem Schlüssel versehen.

Totgeburten	0
Neugeborene	1
Säuglinge	2
Kleinkinder	3
Kinder	4
Jugendliche	5
Erwachsene	6

Die oberen Altersgrenzen wurden dabei für Neugeborene mit 14 Tagen, für Säuglinge mit einem Jahr, für Kleinkinder mit drei Jahren, für Kinder mit 14 Jahren und für Jugendliche mit 18 Jahren festgelegt.

Die personellen Angaben wurden durch die Erfassung des Geschlechts, der Größe in cm und des Gewichtes in kg ergänzt. Das Gewicht war dabei in den jungen Altersklassen durch Wiegen festgestellt worden und konnte somit auf eine Dezimale angegeben werden. Bei den älteren Altersklassen war das Gewicht im Rahmen der Begutachtung bei der Sektion geschätzt worden.

Bei der Verschlüsselung der Angaben über den Körperbau wurden für die unterschiedlichen Konstitutionstypen sechs Schlüsselziffern eingeführt:

Asthenisch	1
Asthenisch/Pyknisch	2
Pyknisch	3
Athletisch/Asthenisch	4
Athletisch/Pyknisch	5
Athletisch	6

Da diese Unterteilung anhand der in den Sektionsprotokollen vermerkten Beschreibungen nur für die Leichen Erwachsener möglich war, wurde ergänzend dazu der bei BRUGSCH (1948) angegebene Körperbauindex P/L^2 aus Körpergewicht und -größe errechnet und mit einer Dezimale als zweistelliger Schlüssel aufgeführt.

Zur Verschlüsselung der Todesursache bot sich der von IMMICH (1966) angegebene fünfspaltige KDS-Schlüssel unmittelbar an. Dieser wurde ergänzt durch eine Gruppierung der Todesursachen nach Todesarten und mit einem einstelligen Schlüssel versehen.

Mord, Totschlag und vorsätzliche Körperverletzung mit Todesfolge	1
Unfall und fahrlässige Tötung	2
Selbsttötung	3
Natürlicher Tod	4
Vergiftung	5
Schwangerschaft und Geburt (Kindstötung, Abtreibung)	6

Bei der Angabe der Todesursache mit dem KDS-Schlüssel wurde in den Fällen, wo mehrere Todesdiagnosen im Protokoll angegeben waren, nur diejenige herausgegriffen, die am wahrscheinlichsten den Tod herbeigeführt hatte. Zur Einschätzung dieser Auswahl war es erforderlich, die Anzahl der gesamten Sektionsdiagnosen aufzuführen.

Zur weiteren Charakterisierung des Todes wurde ein Todeseintritt nach einer Agone von kleiner zwei Tagen als schneller Tod, ein solcher nach einer Agone von größer zwei Tagen oder längerem vorausgehenden Krankenlager als langsamer Tod bezeichnet und ihm die Schlüsselziffern 1 bzw. 2 zugeordnet.

Der Todestag wurde mit einem fünfstelligen Schlüssel erfaßt, in dem die Ziffern stellvertretend für das Datum sind. Von der Jahreszahl ist jeweils deren Endziffer angegeben, da sich eine Angabe des gleichen Jahrzehntes für die Auswertung der Protokolle erübrigt (Beispiel: 08117 = 8.11.1967).

Die Sektionen erfolgten im Auftrage der Amtsgerichte. Amtsgerichtsstandort und Sektionsort waren fast ausschließlich identisch. Ordnete man die Amtsgerichte ihren zuständigen Landgerichten zu, so ergaben sich größere regionale Bezirke. Durch Verschlüsselung dieser Regionen wurde mit der ersten Schlüsselziffer eine größere Anzahl von Sektionsorten, mit einer zweiten der zugehörige Amtsgerichtsstandort und damit der Sektionsort selbst erfaßt. Die übergeordneten Bezirke wurden wie folgt verschlüsselt (s.S. 29):

Tübingen	1
Hechingen	2
Rottweil	3
Ulm	4
Ravensburg	5
Stuttgart	6

Für die Erfassung des Intervalls vom Todeszeitpunkt bis zur Sektion (horae post mortem = hpm) wurden drei Schlüsselziffern festgelegt. Ging aus den Protokollen eine exakte Angabe der hpm hervor, so wurde sie mit der Schlüsselziffer 1 bezeichnet. Ließ sie sich unter 24 Stunden auf eine bzw. über 24 Stunden auf drei Stunden genau angeben, so wurde ihr die Ziffer 2 zugeordnet. Wurden diese Grenzen überschritten, konnten die hpm nur geschätzt und durch die Schlüsselziffer 3 ausgedrückt werden.

Anhand dieser Bewertung wurden die exakten hpm auf zwei Dezimalen, die abgegrenzten hpm als Mittelwert der Grenzzeiten ebenfalls auf zwei Dezimalen angegeben. Für die Fälle, in denen die hpm nur geschätzt werden konnten, erübrigte sich die Angabe von Dezimalen. In einem fünfstelligen Schlüssel konnten die sich ergebenden Werte untergebracht werden.

Einen ganz wesentlichen Punkt der Erhebung bildete die Charakterisierung der Totenstarre mittels Schlüsseln. Es wurde dabei von der Überlegung ausgegangen, daß die altherge-

brachte Einteilung des Totenstarreablaufs in "fest" - "in Lösung begriffen" - "locker" eine der großen Variabilität dieses postmortalen Zustandes nicht gerechtwerdende Verallgemeinerung darstellt.

Durch die detaillierten Angaben über die Totenstarre in den Sektionsprotokollen wurde die Erfassung der verschiedenen Starrezustände in Schlüsseln wesentlich erleichtert. Es galt den Starregrad der einzelnen Gelenke und den des gesamten Körpers zu verschlüsseln. Erstere Möglichkeit ergab sich aus den Protokollangaben, die nur verschlüsselt werden brauchten.

locker	1
leichter Widerstand	2
teigiger Widerstand	3
fester Widerstand	4
fest	5

Damit konnten in einem achtstelligen Schlüssel die Totenstarre-Grade für die Nacken-, Kiefer-, Ellenbogen-, Knie- und Sprunggelenke ausgedrückt werden (s.S. 18).

Zur Darstellung der Totenstarre am ganzen Körper wurde ein Index aufgestellt und als dreistelliger Schlüssel übernommen:

$$\text{Totenstarre-Index} = \frac{\text{Totenstarre-Grade der Einzelgelenke}}{\text{Zahl der Gelenke mit Gradangabe}} \times 100$$

Gleiche Indices können jedoch trotz unterschiedlicher Verteilung der Starre-Grade in den Gelenken einen gleichen Starrezustand vortäuschen. Es war deshalb erforderlich, Ausprägungen gleicher Totenstarre zu einer Klasse zusammenzufassen. Die Aufstellung eines alle möglichen Variationen erfassenden Schlüssels war unmöglich. Denn die Anzahl der Variationen bei einem achtstelligen Schlüssel mit fünf Möglichkeiten pro Stelle würde sich nach den Regeln der Kombinatorik

(Anzahl der Variationen achter Klasse von fünf Elementen) zu 5^8 ergeben.

Um eine spätere rationelle Auswertung zu ermöglichen, war es erforderlich, das Gesamtmaterial zu sichten. Es wurden gleiche Gruppierungen der Starre-Grade in den Gelenken von mindestens drei Fällen in einer Klasse zusammengefaßt und durch einen zweistelligen Schlüssel charakterisiert. Die erste Schlüsselziffer sollte dabei gleichzeitig die Größenordnung des Totenstarre-Index demonstrieren, die zweite Ziffer wurde je nach Anzahl der Klassen fortlaufend angegeben. Nicht in Klassen einzugruppierende Fälle wurden unter "Sonstige" mit einem Schlüssel bedacht. Lagen in den beiden Ellenbogen-, Knie- oder Sprunggelenken differierende Starre-Grade vor, so wurden diese Fälle in der Asymmetriegruppe aufgeführt. Fehlte in einem oder mehreren der acht beurteilten Gelenke eine Angabe über den Starrezustand, so wurden die Fälle der Defektgruppe zugeordnet. Lag schließlich über keines der Gelenke eine Angabe vor, so wurden sie unter dem Schlüssel "99" erfaßt.

Dem Sortieren und Auszählen der Lochkarten durch die maschinelle Datenverarbeitung wurde also zur Erstellung eines sinnvollen Schlüssels vorgegriffen. Deshalb erscheinen in Tabelle 2 neben den Schlüsseln für die Totenstarreklassen gleichzeitig deren Häufigkeiten.

Von den Angaben über die Totenflecke wurden folgende als Erhebungspunkte aufgenommen: Der Ausbildungsgrad, in den Protokollen mit "spärlich" oder "kräftig ausgebildet" verzeichnet, erhielt die Schlüsselziffern 1 bzw. 2. Die Farbintensität der Totenflecke,mit Unterteilung in "schwach" oder "intensiv gefärbt", wurde mit der Ziffer 1 oder 2 versehen. Die Ausdehnung der Totenflecke wurde in Prozent des von ihnen eingenommenen Oberflächenanteils des Körpers als Schätzwert aufgeführt. Dabei wurde die "Neunerregel"

(PSCHYREMBEL, 1969), die üblicherweise zur Bestimmung der Ausdehnung von Verbrennungswunden benutzt wird, herangezogen. Das Verteilungsmuster der Totenflecke wurde nach der unterschiedlichen Lokalisation derselben verschlüsselt.

Rücken	1
Rücken und Flanken	2
Rücken, Flanken, Nacken und abhängige Partien der Arme und Beine	3
Rücken, Flanken, Nacken und abhängige Partien der Oberarme und -schenkel	4
Rücken, Flanken, Nacken und abhängige Partien der Oberarme und Beine	5
Rücken, Flanken und Nacken	6
Rücken, Flanken und abhängige Partien der Arme und Beine	7
Sonstige	8

In den Sektionsprotokollen waren die Totenflecke auf ihre Wegdrückbarkeit geprüft worden. Die Prüfung erfolgte mit dem Daumen und dem Pinzettengriff. Die aus den Protokollen hervorgehenden Beschreibungen wurden für den Daumen und die Pinzette folgendermaßen verschlüsselt:

gut wegdrückbar	1
mäßig wegdrückbar	2
nicht mehr wegdrückbar	3

Die Beziehungen beider Prüfverfahren zueinander wurden ebenfalls erhoben.

Daumen gut/Pinzette gut	1
Daumen mäßig/Pinzette gut	2
Daumen nicht mehr/Pinzette gut	3
Daumen nicht mehr/Pinzette mäßig	4
Daumen nicht mehr/Pinzette nicht mehr	5

Tabelle 2: Einteilung der Totenstarre in Klassen

Schlüssel-Nr.	Totenstarre-Grade in den einzelnen Gelenken +)	Anzahl der Fälle absolut	in %
10	1 1 1 1 1 1 1 1	24	8.9
11	1 1 1 1 2 2 2 2	3	1.1
20	1 1 1 1 1 1 5 5	3	1.1
21	1 1 1 1 2 2 5 5	4	1.5
22	1 1 1 1 3 3 5 5	6	2.2
23	1 1 1 1 4 4 5 5	3	1.1
30	1 1 1 1 5 5 5 5	8	3.0
31	1 2 1 1 5 5 5 5	3	1.1
32	1 3 1 1 5 5 5 5	3	1.1
33	1 1 2 2 5 5 5 5	5	1.8
34	1 1 3 3 5 5 5 5	6	2.2
35	1 5 1 1 5 5 5 5	7	2.6
36	1 1 4 4 5 5 5 5	5	1.8
37	1 3 3 3 5 5 5 5	6	2.2
38	1 5 2 2 5 5 5 5	3	1.1
40	1 1 5 5 5 5 5 5	4	1.5
41	1 4 4 4 5 5 5 5	3	1.1
42	1 5 5 5 5 5 5 5	20	7.4
43	5 5 3 3 5 5 5 5	5	1.8
44	5 5 4 4 5 5 5 5	6	2.2
50	5 5 5 5 5 5 5 5	31	11.4
69	Sonstige	47	17.3
79	Asymmetrie	16	5.9
89	Defekte	34	12.5
99	ohne Angabe	16	5.9
	Gesamt	271	99.8

+) Nacken-, Kiefer-, Ellenbogen- links/rechts, Knie- links/rechts und Sprunggelenke links/rechts nacheinander mit ihren Starre-Graden aufgeführt

1 locker
2 leichter Widerstand
3 teigiger Widerstand
4 fester Widerstand
5 fest

Die im Gebiet der Totenflecke hin und wieder auftretenden bis glasstecknadelkopfgroßen Hautblutungen, sogenannte Vibices (HANSEN, 1965), wurden bei der Erhebung mit aufgeführt, ebenfalls etwa vorhandene Fäulniserscheinungen.

Anhand dieser 26 Erhebungspunkte wurde der folgende Erhebungsbogen entwickelt und die aus den Protokollen übernommenen, verschlüsselten Angaben eingetragen. Anschliessend wurden die Bögen zum Ablochen auf Datenkarten weitergereicht (Fa. Egeria, Tübingen-Lustnau).

INSTITUT FÜR GERICHTLICHE MEDIZIN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN

E r h e b u n g s b o g e n

(Todeszeichen)

1. Lfd.Nr.: ..... [ ][ ][ ] (1 2 3)

2. Alter: .....
   Neugeborenes (kleiner 14 Tg.) Tg./Std.;
   Säugling (kleiner 1 J.) Mo./Tg.;
   Kleinkinder (bis 3 J.) und
   Kinder (bis 14 J.) J./Mo.;
   Jugendliche (bis 18 J.) und
   Erwachsene J./00
   [ ][ ][ ][ ] (4 5 6 7)

3. Klassifizierung des Alters: .....
   1=Neugeborenes; 2=Säugling; 3=Kleinkind;
   4=Kind; 5=Jugendliche; 6=Erwachsene
   [ ] (8)

4. Geschlecht: .....
   1=m; 2=w
   [ ] (9)

5. Größe: .....
   (in cm)
   [ ][ ][ ] (10 11 12)

6. Gewicht: .....
   (in kg; eine Dezimale)
   [ ][ ][ ][ ] (13 14 15 16)

7. Körperbau-Typ: .....
   1=Asthenisch; 2=Asthenisch/Pyknisch;
   3=Pyknisch; 4=Athletisch/Asthenisch;
   5=Athletisch/Pyknisch; 6=Athletisch
   [ ] (17)

8. Körperbau-Index: .....
   ($P/_{L^2}$; eine Dezimale)
   [ ][ ] (18 19)

9. Todesursache: .....
   (nach KDS)
   [ ][ ][ ][ ][ ] (20 21 22 23 24)

10. Todesart: .....
    (Schlüssel des Instituts)
    [ ] (25)

11. Anzahl der Sektionsdiagnosen: ..... ☐ 26

12. Todeseintritt: ..... ☐ 27
1=schneller Tod (kleiner 2 Tg.)
2=langsamer Tod (größer 2 Tg.)

13. Todestag: ..... ☐☐☐☐☐ 28 29 30 31 32

14. Sektionsort: ..... ☐☐ 33 34
(nach Schlüssel für Amtsgerichtsbezirke)

15. Angabe der hpm: ..... ☐ 35
1=exakt; 2=abgegrenzt (dt bis 1 Std./hpm kleiner 24 Std., dt bis 3 Std./hpm größer 24 Std.); 3=Alter nach dem Auffinden bekannt

16. hpm: ..... ☐☐☐☐☐ 36 37 38 39 40
1-zwei Dezimale, 2-$\bar{x}$/zwei Dezimale, 3-abgerundete Zeit/00

17. Totenstarre-Grade: ..... ☐☐☐☐☐☐☐☐ 41 42 43 44 45 46 47 48
N/K/Eli/Ere/Knli/Knre/Sli/Sre
1=locker; 2=leichter Widerstand; 3=teigiger Widerstand; 4=fester Widerstand; 5=fest

18. Totenstarre-Index: ..... ☐☐☐ 49 50 51
(Summe der Grade x 100/N-Gelenke)

19. Klassifizierung der Totenstarre: ..... ☐☐ 52 53
(nach aufgestelltem Schlüssel der Häufigkeit)

20. Totenflecken-Grade: ..... ☐ 54
1=spärlich ausgebildet; 2=kräftig ausgebildet

21. Farbintensität der Totenflecken: ..... ☐ 55
1=schwach gefärbt; 2=intensiv gefärbt

22. Ausdehnung der Totenflecken in % der Oberfläche: ..... [ ][ ] 56 57

23. Klassifizierung der Totenflecken: ..... [ ] 58
1=Rücken; 2=Rücken und Flanken;
3=Rücken, Flanken, Nacken und aAB;
4=Rücken, Flanken, Nacken und aOAaOB;
5=Rücken, Flanken, Nacken und aOAaB;
6=Rücken, Flanken und Nacken;
7=Rücken, Flanken und aAB;
8=Sonstige

24. Wegdrückbarkeit der Totenflecken: ..... [ ][ ][ ] 59 60 61
Daumen u. Pinzette,
1=gut wegdrückbar
2=mäßig wegdrückbar
3=nicht mehr wegdrückbar

Daumen/Pinzette
1=Daumen 1/Pinzette 1
2=Daumen 2/Pinzette 1
3=Daumen 3/Pinzette 1
4=Daumen 3/Pinzette 2
5=Daumen 3/Pinzette 3

25. Vibices: ..... [ ] 62
0=nein; 1=ja

26. Fäulniserscheinungen: ..... [ ] 63
0=nein; 1=ja

III. ERGEBNISSE STATISTISCHER UNTERSUCHUNGEN

Zur statistischen Auswertung wurden die in der Zeit von Anfang 1965 bis Oktober 1968 von einem Begutachter erstellten Sektionsprotokolle herangezogen. Das nach Ablochung der Erhebungsbogen erhaltene Kartenmaterial wurde nach dem Prinzip der maschinellen Datenverarbeitung je nach Fragestellung entweder mit der Sortiermaschine (Typ IBM O 83) ausgezählt oder geordnet und in der Tabelliermaschine (Typ IBM 447) listenmäßig erfaßt. Anhand der ausgedruckten Daten wurden die einzelnen Fälle durch Vergleich mit dem Urmaterial auf ihre Gültigkeit geprüft.

Die anfallenden Berechnungen erfolgten mit einem mechanischen Tischrechner (Typ Monroe PC 1421). Dabei wurden die Ergebnisse auf Richtigkeit wiederholt überprüft.

Für die statistische Auswertung wurden Durchschnittswerte und Standardabweichungen benötigt. Ferner waren Regressionsgeraden zu berechnen, die zugehörigen Korrelationskoeffizienten zu bestimmen und die Standardabweichungen der Regressionsgeraden zu ermitteln. Statistische Vergleiche erfolgten mit dem t-Test. Für diese Berechnungen wurden nach FREUDENBERG (1962) und DOERFFEL (1962) folgende Formeln verwendet:

1. <u>Durchschnittswert:</u>

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

2. <u>Standardabweichung:</u>

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \bar{x}^2}$$

3. Regressionsgerade:

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{\Sigma xy - N\bar{x}\bar{y}}{\Sigma x^2 - N\bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

4. Korrelationskoeffizient:

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x \cdot s_y}$$

$$s_{xy} = \frac{\Sigma xy}{N} - \bar{x}\bar{y}$$

5. Standardabweichung der Regressionsgeraden:

$$s_b = \frac{s}{\sqrt{\Sigma x^2 - N\bar{x}^2}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (y - Y)^2}{N - 2}}$$

$$(y - Y)^2 = \Sigma y^2 - N\bar{y}^2 - b^2(\Sigma x^2 - N\bar{x}^2)$$

$$s_a = s_b \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N}}$$

6. t-Test:

$$s_\Delta = \sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}$$

$$t_\Delta = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_\Delta}$$

Bevor damit begonnen wurde, eigene Ergebnisse mittels statistischer Untersuchung zu erheben, war es angezeigt, eine Sichtung der wichtigsten Erhebungspunkte durchzuführen.

Ausgezählt wurden 271 Fälle. Sie wurden nach den interessierenden Erhebungspunkten sortiert und erneut ausgezählt.

Tabelle 3: Gliederung nach Altersklassen und Geschlecht

Altersklassen Schlüssel-Nr.	männlich		weiblich		Gesamt	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
0	.	.	3	1.1	3	1.1
1	7	2.6	1	0.4	8	3.0
2	22	8.1	8	3.0	30	11.1
3	6	2.2	2	0.7	8	3.0
4	6	2.2	2	0.7	8	3.0
5	6	2.2	1	0.4	7	2.6
6	148	54.6	59	21.8	207	76.4
Gesamt	195	71.9	76	28.1	271	100.2

Der Körperbau-Typ beinhaltete Angaben über Körpergewicht und -größe. Es konnte jedoch lediglich für die Erwachsenengruppe (Altersklasse 6) eine Typenzuordnung erfolgen, wobei in 5 Fällen dies mangels ausreichender Angaben auch nicht möglich war. Der somit verbleibende Rest von 69 Fällen wurde, soweit möglich, durch den Körperbau-Index charakterisiert. In Tabelle 4 sind die sich für die Erwachsenengruppe ergebenden Körperbau-Typen zusammengestellt.

Das Gesamtmaterial wurde im folgenden auf die Todesart untersucht. Tabelle 5 demonstriert die bei unterschiedlicher Geschlechtszugehörigkeit aufgetretenen Todesarten.

Tabelle 4: Gliederung nach Körperbau und Geschlecht

Körperbau	männlich		weiblich		Gesamt	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
asthenisch	14	5.2	11	4.1	25	9.3
asthenisch/pyknisch	18	6.6	14	5.2	32	11.8
pyknisch	9	3.3	11	4.1	20	7.4
athletisch/asthenisch	32	11.8	10	3.7	42	15.5
athletisch/pyknisch	43	15.9	7	2.6	50	18.5
athletisch	28	10.3	5	1.9	33	12.2
ohne Angabe	51	18.8	18	6.6	69	25.4
Gesamt	195	71.9	76	28.2	271	100.1

Tabelle 5: Gliederung nach Todesart und Geschlecht

Todesart	männlich		weiblich		Gesamt	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
Mord und vorsätzliche Körperverletzung mit Todesfolge	20	7.4	10	3.7	30	11.1
Unfall und fahrlässige Tötung	76	28.0	18	6.6	94	34.6
Selbsttötung	15	5.5	9	3.3	24	8.8
Natürlicher Tod	53	19.6	24	8.9	77	28.5
Vergiftung	26	9.6	10	3.7	36	13.3
Schwangerschaft und Geburt	5	1.9	5	1.9	10	3.8
Gesamt	195	72.0	76	28.1	271	100.1

Wie schon oben gesagt, wurde zwischen schnellem und langsamem Todeseintritt unterschieden. An 257 Fällen des vorliegenden Gesamtmaterials konnte diese Unterteilung getroffen werden. Bei 6 (2.2 %) Männern und 8 (3.0 %) Frauen war dies nicht möglich. Von den verbleibenden 189 Fällen männlicher Geschlechtszugehörigkeit trat in 150 (55.4 %) Fällen der Tod schnell, in 39 (14.4 %) langsam ein. Bei den 68 weiblichen Fällen wurde in 44 (16.2 %) ein schneller, in 24 (8.9 %) ein langsamer Tod beobachtet.

Es interessierte auch die jahreszeitliche Verteilung des Todeseintritts. Dazu wurde der erhobene Todestag auf den Todesmonat hin ausgewertet. Wiederum erfolgte eine Unterteilung in Fälle mit männlichem und weiblichem Geschlecht (Tabelle 6).

Tabelle 6: Gliederung nach Todesmonat und Geschlecht

Todesmonat	männlich		weiblich		Gesamt	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
Januar	15	5.5	7	2.6	22	8.1
Februar	12	4.4	5	1.9	17	6.3
März	10	3.7	5	1.9	15	5.6
April	12	4.4	6	2.2	18	6.6
Mai	15	5.5	6	2.2	21	7.7
Juni	18	6.6	9	3.3	27	9.9
Juli	15	5.5	7	2.6	22	8.1
August	16	5.9	5	1.9	21	7.8
September	26	9.6	2	0.7	28	10.3
Oktober	13	4.8	4	1.5	17	6.3
November	17	6.3	7	2.6	24	8.9
Dezember	18	6.6	5	1.9	23	8.5
ohne Angabe	8	3.0	8	3.0	16	6.0
Gesamt	195	71.8	76	28.3	271	100.1

Bei der Sichtung des Gesamtmaterials nach den Sektionsorten wurde zuerst nach der Spalte 1 (Sektionsorte innerhalb eines Landgerichtsbezirkes) aussortiert und die sich so ergebenden Gruppen nach den einzelnen Amtsgerichten ausgezählt. Es ergaben sich die in Tabelle 7 angegebenen Häufigkeiten.

Nachdem dieser durch Aussortieren und Auszählen des Gesamtmaterials gewonnene Überblick über die personellen und den Tod betreffenden Angaben vorlag, konnte an die eigentliche Fragestellung herangegangen werden.

Tabelle 7: Gliederung nach Sektionsorten

Schlüssel-Nr.	Sektionsort	Anzahl der Fälle	
		absolut	in %
10	Tübingen	62	22.9
11	Reutlingen	44	16.2
12	Rottenburg	2	0.7
13	Nagold	8	3.0
14	Urach	4	1.5
15	Calw	11	4.1
16	Münsingen	7	2.6
17	Neuenbürg	7	2.6
20	Hechingen	7	2.6
21	Balingen	1	0.4
22	Ebingen	3	1.1
23	Sigmaringen	8	3.0
30	Rottweil	2	0.7
31	Tuttlingen	3	1.1
32	Horb	5	1.8
33	Freudenstadt	6	2.2
34	Oberndorf	3	1.1
35	Spaichingen	1	0.4
40	Ulm	1	0.4
41	Göppingen	1	0.4
42	Geislingen	3	1.1
50	Ravensburg	11	4.1
51	Tettnang	13	4.8
52	Wangen	6	2.2
53	Leutkirch	1	0.4
54	Saulgau	7	2.6
55	Biberach	3	1.1
56	Riedlingen	1	0.4
57	Ehingen	5	1.8
61	Esslingen	9	3.3
62	Kirchheim/T.	13	4.8
63	Nürtingen	6	2.2
64	Böblingen	6	2.2
65	Maulbronn	1	0.4
		271	100.2

1. Gliederung nach hpm und Totenstarre-Index

Bei der Untersuchung der Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index wurde von der Vorstellung ausgegangen, daß unterschiedlichen Zeitpunkten nach dem Tode ein unterschiedliches Verhalten der Totenstarre des Gesamtkörpers, repräsentiert durch den Totenstarre-Index, zuzuordnen ist. Bei der Auswertung dieser Beziehung konnten jedoch nur solche Fälle verwendet werden, bei denen einerseits die Zeit nach dem Tode bekannt und andererseits ein Totenstarre-Index zu erstellen war. Diesen Forderungen entsprachen 203 Fälle (74.9 %). In 26 Fällen (9.6 %) fehlte eine Angabe der hpm, in 12 Fällen (4.4 %) war die Aufstellung von Indices nicht möglich, aus 4 Sektionsprotokollen (1.5 %) war weder die Zeit nach dem Tode noch das Verhalten der Totenstarre zu entnehmen und in 26 Fällen (9.6 %) konnten die hpm lediglich geschätzt werden. Es wurden somit nur Fälle ausgewertet, bei denen die hpm exakt bekannt waren oder sich abgrenzen ließen und bei denen ein Index aus mehreren Angaben von Gelenkstarrezuständen zu errechnen war. In den Tabellen 8 und 8 a sind die Beziehungen zwischen hpm und Totenstarre-Index, gruppiert nach den Altersklassen, dargelegt.

a) Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index aller Fälle

Bei der Beurteilung des zeitlichen Ablaufs der Totenstarre mittels der Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index mußten aus den möglichen 203 Fällen (100 rel. %) 11 Fälle (5.4 rel. %) eliminiert werden. Da lediglich die große Gruppe von Fällen mit sich lösender Starre interessierte, blieben alle Fälle unter 11 hpm unberücksichtigt, da bei ihnen damit gerechnet werden mußte, daß die Starre noch nicht ausgebildet war. Außerdem wurden die beiden Extremwerte der

hpm von 375.50 und 493.15 vernachlässigt, da sie sich zu stark von den für die übrigen Fälle angegebenen Zeiten nach dem Tode entfernten, so daß eine zu starke Beeinflussung des Kurvenverlaufes der zu bestimmenden Regressionsgeraden zu erwarten war. Es verblieben somit 192 Fälle (70.9 % bzw. 94.6 rel. %), deren Punktwolke mit der sie optimal annähernden Geraden (Regressionsgerade) in Abbildung 1 dargestellt ist. Die Erfassung des Zusammenhanges zwischen hpm und Totenstarre-Index war angezeigt, da eine lineare Beziehung bei der Lösung der Totenstarre zu erwarten war.

Die rechnerische Auswertung erbrachte einen durchschnittlichen Totenstarre-Index ($\bar{y}$) von 342.70 bei einer mittleren Zeit nach dem Tode ($\bar{x}$) von 43.97 Stunden. Die Standardabweichung des Totenstarre-Index (s_y) betrug 126.62 und die der hpm (s_x) 22.85. Da bei der Lösung der Starre mit zunehmenden hpm mit einer Abnahme der Totenstarre-Indices zu rechnen war, mußte der Verlauf der Regressionsgeraden eine abfallende Tendenz zeigen und deren korrelativer Zusammenhang negativ sein. In der Tat ergab sich aus der Regressionsgeraden ein stündlicher Abfall (b) im Totenstarre-Index von -2.38 und ein Korrelationskoeffizient (r_{xy}) von -0.4295. Weiterhin ist die Regressionsgerade charakterisiert durch ihren Schnittpunkt mit der Ordinate. Dieser Wert (a) berechnete sich mit 447.85. Ebenso interessierte die Standardabweichung der Regressionsgeraden, d.h. die eingrenzenden Geraden, innerhalb derer etwa 2/3 bzw. 68.26 % aller Werte liegen. Die Standardabweichung des Abfalls (s_b) berechnete sich für die Regression der 192 Fälle mit 0.36, die Standardabweichung des Ordinatenschnittpunktes (s_a) mit 17.84.

Tabelle 8: Gliederung nach Altersklassen, hpm und Totenstarre-Index

1	2	3	1	2	3	1	2	3	+)
0	65.00	100	3	55.00	225	6	19.25	500	
1	5.92	100		64.17	250		19.25	500	
	34.50	100	4	8.25	500		19.50	500	
	45.00	100		19.00	375		19.66	325	
	53.50	175		23.25	500		20.00	500	
	77.92	100		41.66	180		20.25	500	
	110.50	100		45.00	300		20.50	425	
2	7.25	400		67.00	150		20.75	500	
	15.00	100		89.83	100		20.92	500	
	18.33	450	5	15.58	450		21.00	450	
	22.33	271		21.75	425		21.17	357	
	23.25	175		31.00	450		21.58	475	
	30.00	100		75.00	450		22.00	450	
	37.75	100	6	5.66	225		23.25	500	
	38.75	100		7.00	250		23.33	500	
	42.25	250		7.75	386		23.33	500	
	42.50	100		8.00	500		25.00	413	
	44.66	100		8.00	313		25.00	400	
	47.83	363		11.00	450		26.00	250	
	50.50	100		12.25	500		26.66	475	
	52.00	150		12.50	500		27.00	100	
	53.50	213		13.00	433		27.42	300	
	53.75	100		13.25	500		27.50	425	
	55.00	225		13.50	475		27.50	425	
	58.25	100		13.50	450		27.75	500	
	58.50	100		14.00	375		27.83	350	
	79.00	129		14.00	438		27.83	250	
	79.75	163		15.25	450		28.50	443	
	493.15	250		16.42	500		28.75	475	
3	10.50	500		17.00	500		28.75	338	
	23.00	450		17.50	475		29.00	300	
	26.58	463		18.00	250		29.25	225	
	27.00	300		18.60	500		29.50	363	
	31.00	363		18.75	500		30.50	488	
	44.17	225		19.17	450		30.66	500	

Tabelle 8 a: Gliederung nach Altersklassen, hpm und Totenstarre-Index

1	2	3	1	2	3	1	2	3	+)
6	30.83	400	6	41.00	260	6	62.00	350	
	31.00	375		41.00	450		62.33	313	
	31.25	325		41.25	375		63.00	243	
	31.75	350		43.50	438		63.00	250	
	32.00	433		46.50	350		63.75	325	
	32.00	450		46.50	363		64.17	325	
	32.25	300		46.50	450		64.42	425	
	32.50	500		47.25	363		65.17	375	
	33.50	350		47.25	450		65.66	443	
	33.66	333		48.08	375		66.00	300	
	34.00	313		48.25	325		66.00	475	
	34.00	500		49.42	375		66.50	157	
	34.25	200		50.00	200		67.25	300	
	34.75	500		50.50	325		68.66	200	
	34.75	450		50.50	300		72.00	250	
	35.42	450		50.75	338		72.08	375	
	35.50	388		51.00	200		72.83	300	
	35.75	400		51.63	325		75.00	100	
	36.00	400		52.25	500		75.17	325	
	37.50	475		54.17	500		80.50	250	
	37.75	450		55.58	400		81.75	225	
	37.83	450		56.00	450		82.42	275	
	38.00	350		56.50	100		83.25	166	
	38.08	150		57.00	325		85.50	325	
	38.17	500		57.50	257		88.17	375	
	38.37	475		57.83	171		91.50	413	
	39.00	450		58.00	350		106.50	250	
	39.00	500		58.25	425		109.75	500	
	39.33	300		59.25	300		111.00	350	
	39.50	375		59.50	350		111.66	300	
	40.00	329		60.00	275		128.58	200	
	40.25	450		60.66	350		375.50	150	
	40.75	338		61.08	350				

+) 1 = Altersklassen-Schlüssel-Nr.
2 = hpm
3 = Totenstarre-Index

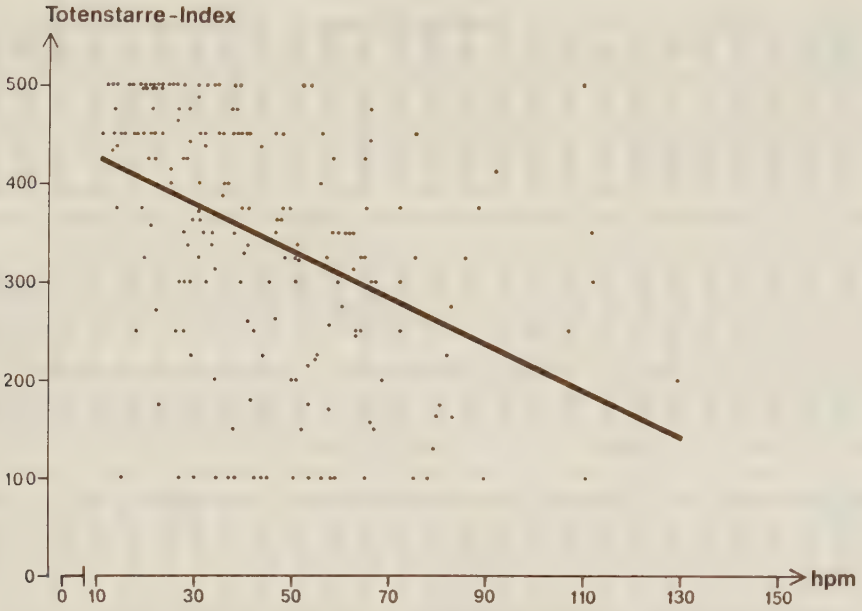

Abbildung 1: Punktwolke und Regressionsgerade der Beziehung hpm und Totenstarre-Index (N: 192)

Als Funktionsgleichung der Regressionsgeraden mit ihrer Standardabweichung für die Gesamtgruppe von 192 Fällen ergab sich somit:

$$y_s = 447.85 \pm 17.84 - (2.38 \mp 0.36)\, x,$$

die daraus berechneten Grenzgeraden zu

$$y_1 = 465.69 - 2.02\, x$$

$$y_2 = 430.01 - 2.74\, x\ .$$

Wie Abbildung 1 zeigt, weichen einzelne Werte der Punktwolke erheblich von der Regressionsgeraden ab. Trotzdem wurden ein relativ straffer korrelativer Zusammenhang ($r_{xy} = -0.4295$) und eine geringe Standardabweichung der Regression ($s_b = 0.36$; $s_a = 17.84$) errechnet. Dies erklärte sich nach Durchsicht der Fälle (Tabelle 8 und 8 a) aus dem unterschiedlichen Verhalten der geprüften Beziehung in den einzelnen Altersklassen. Besonders die jüngeren Altersklassen zeigten dabei ein von der überwiegenden Anzahl der älteren Klassen abweichendes Verhalten. Da jedoch dieser Unterschied, bedingt durch die kleine Anzahl dieser Fälle, kaum ins Gewicht fiel, wurde mit dem Korrelationskoeffizienten und der Standardabweichung der Regression ein recht einheitliches Verhalten vorgetäuscht. Deshalb war es erforderlich, nach dem Vorbild der Berechnungen für die Gesamtzahl der möglichen Fälle (N : 192) solche für die einzelnen Altersklassen vorzunehmen.

b) <u>Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index in den einzelnen Altersklassen</u>

Die Gesamtzahl der zu den Berechnungen innerhalb der Altersklassen herangezogenen Fälle wurde durch die an sie gestellten Mindestforderungen reduziert. So standen in den Alters-

klassen der Schlüssel-Nr. 0 und 5 so wenige Fälle zur Verfügung, daß sich eine gesonderte Berechnung erübrigte. Es wurden deshalb nicht nur einzelne, sondern z.T. auch miteinander kombinierte Altersklassen rechnerisch untersucht.

An zu berechnenden Größen waren zu erstellen:
die Produktsumme aus hpm und Totenstarre-Indices ($\sum xy$);
die Quadratsumme ($\sum x^2$), der durchschnittliche Wert ($\bar{x}$) und dessen Standardabweichung (s_x) für die einzelnen Werte der hpm;
die Quadratsumme ($\sum y^2$), der durchschnittliche Wert ($\bar{y}$) und dessen Standardabweichung (s_y) für die einzelnen Totenstarre-Indices.
In Tabelle 9 sind sie für die einzelnen Altersklassen und deren Gruppierungen zusammengestellt. Tabelle 10 gibt die daraus berechneten Werte für die Regressionsgeraden und die Korrelationskoeffizienten wieder.

Ob die für die einzelnen Altersklassen berechneten - z.T. unterschiedlichen - Ergebnisse zufällig oder stichhaltig waren, wurde statistisch geprüft. Es mußten dabei die einzelnen durchschnittlichen Zeiten nach dem Tode ($\bar{x}$) sowie die mittleren Werte der Indices ($\bar{y}$)in den verschiedenen Altersklassen miteinander verglichen werden (χ^2- und t-Test).

Da der Zeitpunkt der Sektionen rein zufällig lag, konnten signifikante Unterschiede in den hpm zwischen den Altersklassen nicht erwartet werden. Dabei wurden die einzelnen Altersklassen sowohl mit der Gesamtheit als auch untereinander verglichen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit der Aussagen bei den Neugeborenen betrug gegenüber den insgesamt möglichen Fällen 10 %. Die Altersklassen 6, 4 und 2 zeigten gegenüber der Gesamtheit ebenfalls keine Signifikanz der hpm, ebenso die Altersklasse 3. Auch der Vergleich

zwischen Erwachsenen und Neugeborenen, Erwachsenen und Säuglingen sowie Erwachsenen und den Personen im Alter von ein bis 18 Jahren erbrachte keine signifikanten Unterschiede. Durch die z.T. hohe Irrtumswahrscheinlichkeit der hpm erübrigte sich bei der Signifikanzprüfung der Unterschiede der durchschnittlichen Indices eine Transformation derselben. Sie konnten also unabhängig von der Zeit nach dem Tode untereinander verglichen werden.

Es ergaben sich signifikante Unterschiede der mittleren Indices zwischen folgenden Altersklassen:

Erwachsene/Neugeborene
Erwachsene/Säuglinge
Kinder/Neugeborene
Kleinkinder/Neugeborene
Kleinkinder/Säuglinge
Säuglinge/Neugeborene

Demgegenüber zeigten folgende Gruppierungen keine signifikanten Unterschiede der durchschnittlichen Indices:

Erwachsene/Kinder
Erwachsene/Kleinkinder
Kinder/Kleinkinder
Kinder/Säuglinge

Das wegen der zu geringen Anzahl der Fälle nicht aufgeführte Verhalten der Jugendlichen ließ sich insoweit noch einordnen, als es gemeinsam mit dem Verhalten der Kinder und Kleinkinder als nicht signifikant gegenüber der Erwachsenengruppe berechnet wurde. Es trat also durch das Zusammenfassen der jugendlichen Fälle mit denen der Kinder und Kleinkinder kein Effekt in Richtung Signifikanz ein.

Tabelle 9: Die für die einzelnen Altersklassen und ihre Gruppierungen errechneten Werte

Altersklassen Schlüssel-Nr.	N	Σxy	Σx^2	$\bar{x}$	s_x	Σy^2	$\bar{y}$	s_y
+) 0+1+2+3+4+5+6	192	2654564.88	471433.84	43.97	22.85	25627392.00	342.70	126.62
3+4+5+6	166	2467890.16	396102.29	43.09	23.01	24784228.00	371.91	104.81
4+5+6	159	2387524.87	384083.02	43.28	23.29	23981840.00	373.96	104.80
5+6	153	2328743.07	366862.47	43.11	23.22	23436315.00	378.14	100.94
6	149	2264788.32	359560.67	43.31	23.18	22648190.00	376.38	101.68
3+4+5	17	203101.84	36541.62	41.18	21.30	2136038.00	332.71	122.28
3+4	13	139147.09	29239.82	42.82	20.39	1347913.00	298.54	120.66
3	7	80365.29	12019.27	38.70	14.81	802388.00	325.14	94.40
4	6	58781.80	17220.55	47.62	24.54	545525.00	267.50	139.15
2	20	144020.22	46747.28	45.15	17.30	762539.00	169.45	97.02
1	5	36154.50	24359.28	64.28	27.20	70625.00	115.00	30.00

+) 0 = Totgeburten
1 = Neugeborene (kleiner 14 Tage)
2 = Säuglinge (kleiner 1 Jahr)
3 = Kleinkinder (kleiner 3 Jahre)
4 = Kinder (kleiner 14 Jahre)
5 = Jugendliche (kleiner 18 Jahre)
6 = Erwachsene (größer 18 Jahre)

Tabelle 10: Werte der Regressionsgeraden und Korrelationskoeffizienten der einzelnen Altersklassen und ihrer Gruppierungen

Altersklassen Schlüssel-Nr.	Regressionsgerade a	b	Korrelationskoeffizient r_{xy}
+) 0+1+2+3+4+5+6	+447.85	-2.38	-0.4295
3+4+5+6	+465.85	-2.18	-0.4804
4+5+6	+467.01	-2.15	-0.4789
5+6	+464.36	-2.00	-0.4612
6	+464.73	-2.04	-0.4671
3+4+5	+491.66	-3.86	-0.6733
3+4	+512.64	-5.00	-0.8453
3	+519.41	-5.02	-0.7883
4	+499.89	-4.88	-0.8535
2	+237.18	-1.50	-0.2679
1	+101.50	-0.21	-0.1977

+) 0 = Totgeburten
1 = Neugeborene (kleiner 14 Tage)
2 = Säuglinge (kleiner 1 Jahr)
3 = Kleinkinder (kleiner 3 Jahre)
4 = Kinder (kleiner 14 Jahre)
5 = Jugendliche (kleiner 18 Jahre)
6 = Erwachsene (größer 18 Jahre)

Die Interpretation des gegenseitigen altersmäßig bedingten Verhaltens bot sich unmittelbar aus den berechneten Ergebnissen an. Die Totenstarre-Indices der Fälle mit einem Lebensalter von über einem Jahr unterschieden sich signifikant von denen unter einem Jahr. Während innerhalb des Altersbereichs über einem Jahr kein signifikanter Unterschied mehr erhoben werden konnte, ergab sich für den Altersbereich unter einem Jahr ein solcher zwischen Säuglingen (älter als 14 Tage) und Neugeborenen (jünger als 14 Tage).

Inwieweit das abweichende Ergebnis einer nicht nachweisbaren Signifikanz zwischen Kindern und Säuglingen zu deuten ist, muß offen gelassen werden.

Es konnten durch den Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Altersklassen drei unterschiedliche altersbedingte Verhalten der Indices herausgestellt werden. Da die durchschnittlichen hpm in allen Fällen keine signifikanten Unterschiede aufwiesen und für das Lebensalter größer einem Jahr sich die mittleren Indices nicht signifikant unterschieden, d.h. die Nullhypothese anzunehmen war, charakterisierte die Regressionsgerade $y = 465.85 - 2.18\ x$ am besten die Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index für diesen Altersbereich. Für Säuglinge konnte dieser funktionale Zusammenhang mit der Regressionsgeraden $y = 237.18 - 1.50\ x$ ausgedrückt werden. Die Fälle der Neugeborenen ergaben die Regressionsgerade $y = 101.50 - 0.21\ x$.

Wie aus den Ergebnissen der Regressionsrechnung ersichtlich, ist die Abfallgeschwindigkeit der maximal erreichten Indexgröße proportional. Anders ausgedrückt könnte man sagen, daß bei Körpern, die eine kräftige Totenstarre ausbilden, eine schnelle, bei solchen, die eine schwache Totenstarre ausbilden, eine langsame Lösung zu beobachten ist. Dies bedeutet jedoch nicht, daß ein Körper mit hohem Starreniveau grundsätzlich eher völlig gelöst ist, d.h. einen Index von 100 aufweist, als ein solcher mit schwach entwickelter Starre.

c) Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index bei unterschiedlicher Geschlechtszugehörigkeit

Es war zu erwarten, daß nicht nur das Alter den Totenstarreablauf beeinflußt, sondern auch geschlechtsspezifische Effekte auf die Totenstarre einwirken.

Bei der Berechnung dieser Abhängigkeit konnte jedoch nicht das in der Tabelle 3 aufgeführte Gesamtmaterial untersucht werden. Es verblieben auch hier nur die 192 möglichen Fälle, deren Gliederung nach Geschlecht und Altersdekaden aus Tabelle 11 hervorgeht.

Tabelle 11: Gliederung nach Altersdekaden und Geschlecht der möglichen Fälle

Altersdekade	männlich		weiblich		Gesamt	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
0-9	26	13.5	10	5.2	36	18.7
10-19	7	3.7	.	.	7	3.7
20-29	22	11.5	9	4.7	31	16.2
30-39	20	10.4	7	3.7	27	14.1
40-49	16	8.3	8	4.2	24	12.5
50-59	20	10.4	3	1.6	23	12.0
60-69	23	12.0	5	2.6	28	14.6
älter 69	8	4.2	8	4.2	16	8.4
Gesamt	142	74.0	50	26.2	192	100.2

Von der Überlegung ausgehend, daß geschlechtsspezifische Effekte auf die Totenstarre nur im geschlechtsreifen Alter zu erwarten sind, wurden die präpubertäre Dekade von 0-9 Jahren und das Senium von älter als 69 Jahren von der

Untersuchung ausgeschlossen. Es verblieben damit in dem Altersintervall zwischen 10 und 69 Jahren 140 Fälle (72.9 %), davon 108 (56.2 %) männliche und 32 (16.7 %) weibliche. Tabelle 12 stellt die Fälle männlichen Geschlechts denen des weiblichen Geschlechts gegenüber. Eine Unterteilung nach dem zugehörigen Alter erübrigte sich, da, wie vorangehend festgestellt, für diesen Altersbereich keine signifikanten altersbedingten Unterschiede der Beziehung hpm/Totenstarre-Index erhoben werden konnten.

Die für die Erstellung der Regressionsgeraden, deren Korrelationen und Standardabweichungen, sowie die für die Signifikanzprüfung benötigten Werte sind Tabelle 13 zu entnehmen.

Der Vergleich der mittleren Werte der Totenstarre-Indices ergab eine geschlechtsspezigische Signifikanz. Nachdem die Untersuchung der mittleren hpm ($\bar{x}$) keine Unterschiede erbrachte, ergaben sich solche für die durchschnittlich entwickelten Indices. Verglich man die stündlichen Abfallwerte im Index (b) mittels der errechneten Standardabweichungen (s_b), so bestand eine deutliche Signifikanz. Auch die Signifikanzprüfung der Ordinatenschnittpunkte (a) mittels deren Standardabweichungen (s_a) erbrachte signifikantes Verhalten. Somit waren die beiden errechneten Regressionsgeraden als altersunabhängig (zwischen 10 und 69 Jahren), geschlechtsspezifisch anzunehmen.

Für die Fälle männlicher Leichen im Alter zwischen 10 und 69 Jahren wurden für die Regressionsgerade mit ihrer Standardabweichung und die Grenzgeraden folgende Gleichungen ermittelt:

$$y_s = 495.70 \pm 16.53 - (2.29 \mp 0.34)\, x$$

$$y_1 = 512.23 - 1.95\, x$$

$$y_2 = 479.17 - 2.63\, x$$

Tabelle 12: Gliederung nach Geschlecht, hpm und Totenstarre-Index für den Altersbereich zwischen 10 und 69 Jahren

männlich						weiblich	
hpm	Index	hpm	Index	hpm	Index	hpm	Index
11.00	450	29.50	363	50.50	300	14.00	375
12.25	500	30.50	488	50.75	338	14.00	438
12.50	500	30.66	500	51.63	325	15.25	450
13.25	500	31.00	375	54.17	500	17.50	475
13.50	475	31.00	450	55.58	400	18.60	500
13.50	450	32.00	433	56.00	450	19.25	500
15.58	450	32.00	450	57.83	171	19.66	325
16.42	500	32.25	300	58.00	350	21.00	450
17.00	500	32.50	500	58.25	425	21.17	357
18.00	250	33.66	333	59.25	300	25.00	413
18.75	500	34.00	313	59.50	350	26.00	250
19.17	450	34.00	500	60.00	275	30.83	400
19.25	500	34.75	500	60.66	350	31.25	325
19.50	500	34.75	450	61.08	350	33.50	350
20.00	500	35.42	450	62.33	313	35.75	400
20.25	500	35.50	388	63.00	250	37.83	450
20.50	425	36.00	400	63.75	325	38.00	350
20.75	500	37.50	475	64.17	325	38.08	150
20.92	500	37.75	450	64.42	425	40.75	338
21.58	475	38.17	500	65.17	375	47.25	363
21.75	425	38.37	475	65.66	443	48.08	375
22.00	450	39.00	450	66.50	157	50.00	200
23.25	500	39.00	500	67.00	150	52.25	500
23.25	500	40.00	329	67.25	300	57.00	325
23.33	500	40.25	450	72.00	250	62.00	350
23.33	500	41.00	450	72.08	375	63.00	243
26.66	475	41.25	375	75.00	100	66.00	300
27.50	425	41.66	180	75.00	450	81.75	225
27.50	425	43.50	438	75.17	325	82.42	275
27.75	500	46.50	350	80.50	250	83.25	166
27.83	350	46.50	363	85.50	325	111.00	350
28.50	443	46.50	450	88.17	375	111.66	300
28.75	475	47.25	450	91.50	413		
28.75	338	48.25	325	106.50	250		
29.00	300	49.42	375	109.75	500		
29.25	225	50.50	325	128.58	200		

Tabelle 13: Die für die beiden Geschlechter berechneten Werte

	männlich	weiblich
N	108	32
Σxy	1713717.93	457893.94
Σx^2	255210.00	84925.10
$\bar{x}$	42.93	44.16
s_x	22.81	26.53
Σy^2	18053847.00	4244980.00
$\bar{y}$	397.39	352.13
s_y	96.16	93.06
r_{xy}	- 0.5435	- 0.5026
a	495.70	429.85
s_a	16.53	28.33
b	- 2.29	- 1.76
s_b	0.34	0.55

Für die Fälle weiblicher Leichen im Alter zwischen 10 und 69 Jahren ergaben sich für die Regressionsgerade und die Grenzgeraden folgende Gleichungen:

$$y_s = 429.85 \pm 28.33 - (1.76 \mp 0.55)\, x$$

$$y_1 = 458.18 - 1.21\, x$$

$$y_2 = 401.52 - 2.31\, x$$

Aus den errechneten Regressionen läßt sich, wie schon bei den unterschiedlichen Geraden der drei signifikanten Altersklassen festgestellt, eine Proportionalität zwischen Abfallgeschwindigkeit und erreichter Stärke der Totenstarre erkennen. Totenstarre-Index und hpm sind relativ straff korre-

liert. Im Vergleich mit der Korrelation für die Gesamtheit der Fälle und der für den Altersbereich vor der Geschlechtsspezifizierung zeigt sich eine straffende Tendenz an:

r_{xy} (Gesamt) = - 0.4295
r_{xy} (Altersbereich) = - 0.4804
r_{xy} (männlich) = - 0.5435
r_{xy} (weiblich) = - 0.5026

Daraus ist ersichtlich, daß das Vorgehen, auf die Totenstarre einflußnehmende Variable schrittweise anzuschliessen, sinnvoll war.

In Abbildung 2 und 3 sind die erhaltenen Regressionen mit ihren Abweichungen für die männlichen bzw. weiblichen Fälle im Alter von 10 bis 69 Jahren graphisch dargestellt. Abbildung 4 stellt beide Regressionsgeraden in einer Darstellung gegenüber.

d) Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index mittels Gruppierung gleicher Indices

In den vorangegangenen Kapiteln konnte nachgewiesen werden, daß die Ausbildung und der Ablauf der Totenstarre des Gesamtkörpers nicht einheitlich ist, sondern durch individuelle Faktoren beeinflußt wird. Die Reihe der individuellen aber auch sicherlich der äußeren Variablen könnte beliebig erweitert werden. Dies würde jedoch den Rahmen der Arbeit sprengen. Einerseits müßte bei einer derartigen Untersuchung ein größeres Untersuchungsmaterial zur Verfügung stehen, andererseits wäre eine praktische Handhabung der so gewonnenen vielen differierenden Ergebnisse äußerst schwierig. Mit der Differenzierung des Totenstarreablaufes für Lebensalter und Geschlecht

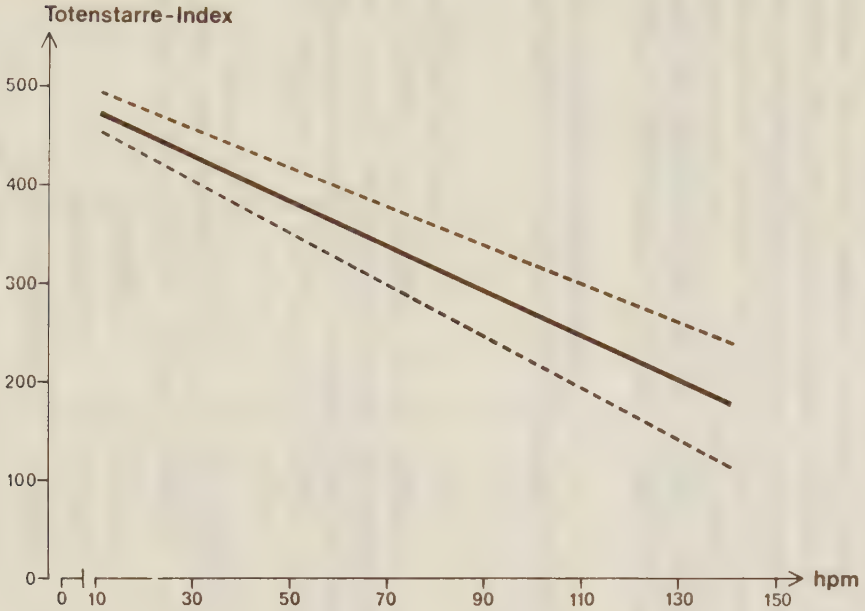

Abbildung 2: Regressionsgerade (———) und Standardabweichung (-----) der Beziehung hpm und Totenstarre-Index für männliche Leichen im Alter zwischen 10 und 69 Jahren

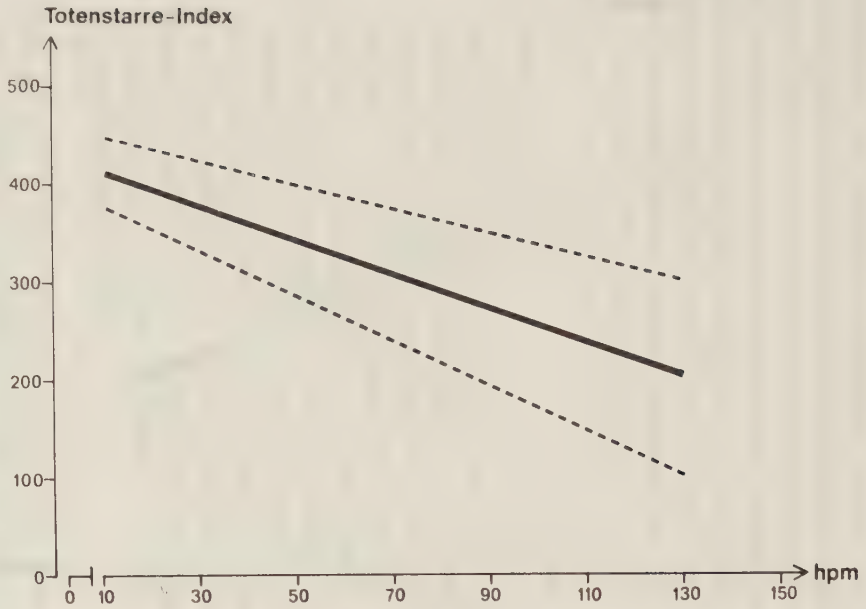

Abbildung 3: Regressionsgerade (———) und Standardabweichung (-----) der Beziehung hpm und Totenstarre-Index für weibliche Leichen im Alter zwischen 10 und 69 Jahren

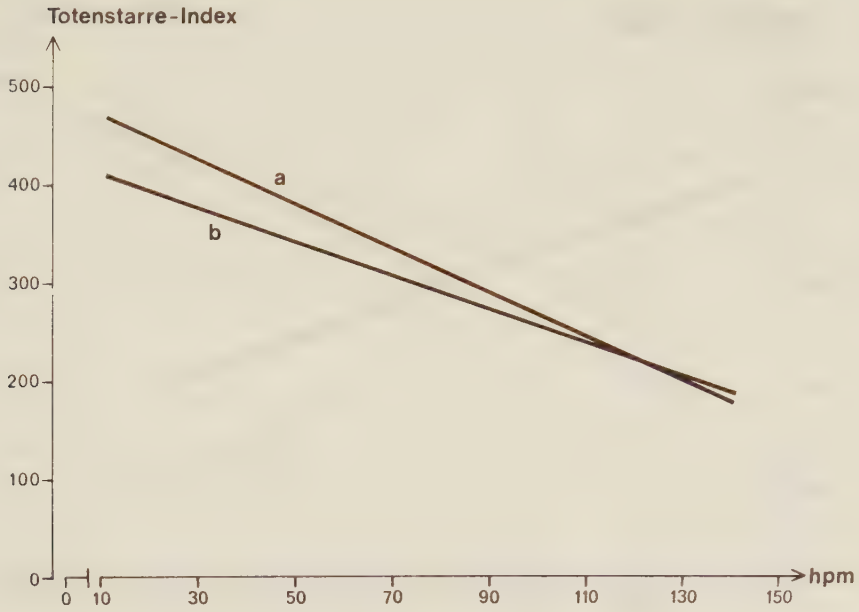

Abbildung 4: Regressionsgeraden der Beziehung hpm und Totenstarre-Index für männliche (a) und weibliche (b) Leichen im Alter zwischen 10 und 69 Jahren

wurden solche Faktoren herausgegriffen, die meistens bei der Leicheninspektion exakt feststellbar oder bekannt sind.

Die durch diese Differenzierung gewonnenen Regressionsgeraden der Beziehung hpm/Totenstarre-Index bieten somit Anhaltspunkte für die sich ergebenden Fragen, wie z.B. für die der Todeszeitbestimmung. Es liegt jedoch in der Natur der Regressionsberechnung, eine gegenseitige Beziehung von Faktoren in ihren Extrembereichen abzuschwächen. So ist es zu erklären, daß in den erstellten Regressionsgeraden nicht der maximal mögliche Index von 500 erreicht wird. In diesem Kapitel werden deshalb gleiche Indices in ihrer Beziehung zu den hpm untersucht.

aa) Index 500

Der Index 500, d.h. alle prüfbaren Gelenke weisen den Starre-Grad 5 = fest auf, charakterisiert allein den Zustand der festen Totenstarre des Gesamtkörpers. Waren ein oder mehrere Gelenke nicht geprüft worden, die übrigen Gelenke aber fest, so wurde ebenfalls ein Index von 500 vergeben. Bei der folgenden Untersuchung wurden nur solche Indices berücksichtigt, bei denen alle Gelenke geprüft und mit fester Totenstarre beschrieben wurden. Eine Alters- und Geschlechtszuordnung der Werte erfolgte dabei nicht, da sonst für die Berechnung eine zu geringe Anzahl von Fällen zur Verfügung gestanden hätte.

Von den 271 Fällen des Gesamtmaterials wiesen 37 (13.7 %) einen Index von 500 auf. In 3 Fällen (8.1 rel.%) konnten die hpm nur geschätzt werden, in 3 Fällen (8.1 rel.%) waren sie unbekannt. In 6 Fällen (16.2 rel.%) waren nicht alle Gelenke geprüft worden. Ein Wert, 109.75 hpm, wurde, da er extrem stark von den übrigen Zeiten abwich,

als Fehler verworfen. Damit konnten 24 Fälle (8.9 %; 64.9 rel.%) zur Berechnung herangezogen werden. In Tabelle 14 sind die Zeiten nach dem Tode, das Alter und die Geschlechtszugehörigkeit dieser 24 Fälle dargestellt.

Tabelle 14: Gliederung nach hpm, Alter und Geschlecht für den Totenstarre-Index 500

hpm	Alter (Jahre)	Geschlecht
8.00	38	w
8.25	7	m
12.25	29	m
12.50	62	m
16.42	25	m
17.00	31	m
18.75	33	m
19.25	44	m
19.25	32	w
19.50	64	m
20.25	38	m
20.75	27	m
23.25	42	m
23.25	14	m
23.33	28	m
23.33	63	m
27.75	24	m
30.66	58	m
32.50	29	m
34.00	38	m
34.75	49	m
38.17	28	m
52.25	20	w
54.17	28	m

Der durchschnittliche Wert ($\bar{x}$) der hpm für den Index 500 lag bei 24.57. Dessen Standardabweichung (s_x) betrug 11.63, so daß man bei 2/3 bzw. 68.26 % der Fälle im Zeitintervall zwischen 12.84 und 36.20 hpm mit einer festen Totenstarre des gesamten Körpers, d.h. in allen Gelenken, zu rechnen hat. Vor dieser Zeit befindet sich die Totenstarre noch in Bildung, danach ist sie in Lösung begriffen.

Die Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen für die Gruppen gleicher Indices kleiner 500 war indessen nach obigem Beispiel nicht möglich. Da die Entscheidung darüber, ob ein Index noch ansteigende (Totenstarre in Bildung) oder abfallende (Totenstarre in Lösung) Tendenz zeigte, nicht möglich war - dazu wäre eine Untersuchung der Progression nötig gewesen, und das Material bot nur statische Werte - mußten alle Indexwerte als gleich angesehen werden. Eine gewisse Korrektur wurde jedoch dadurch vorgenommen, daß alle Fälle mit Zeiten von kleiner 11 Stunden p.m. unberücksichtigt blieben, so daß sich bei der überwiegenden Anzahl der verbliebenen Fälle die Totenstarre in Lösung befand. Während bei der Berechnung für den Index 500 nicht die Gefahr bestand, daß die altersunterschiedliche Bewertung zu Fehlergebnissen führen konnte, war dies jedoch bei niederen Indices gegeben. Deshalb mußte eine Altersgrenze gezogen werden, die wie bei der Geschlechtsdifferenzierung mit 10 Jahren festgelegt wurde. Damit ergaben sich zusammenfassend folgende Auswahlbegrenzungen: an allen Gelenken muß der Starre-Grad beschrieben sein; die hpm sollen exakt oder abgrenzbar bekannt sein und mehr als 11 betragen; das Lebensalter der Leiche darf nicht unter 10 Jahren liegen.

Es ist verständlich, daß unter diesen Einschränkungen die Anzahl der für die Berechnungen zur Verfügung stehenden Fälle stark zusammenschrumpfte.

bb) Indices kleiner 500

Nach dem Beispiel der Berechnung für den Index 500 wurden Mittelwerte und Standardabweichungen der hpm für die Gruppen gleicher Indices kleiner 500 vorgenommen. Tabelle 15 gibt Aufschluß über die Anzahl der Fälle in den einzelnen Gruppen, die durchschnittlichen hpm und deren Standardabweichungen.

Tabelle 15: Gliederung nach durchschnittlichen hpm und Standardabweichungen für die Index-Gruppen kleiner 500

Starre-Index	N	mittlere hpm	s
475	8	31.23	15.51
450	20	33.59	15.55
425	6	36.65	17.75
400	4	36.79	11.50
375	10	46.77	22.08
350	11	53.62	22.08
325	10	54.69	18.41
300	8	57.92	25.66
275	2	71.21	11.21
250	7	56.26	30.71
225	2	55.50	26.25
200	5	66.50	32.89
150	2	52.54	14.46
100	4	62.08	23.45

Vergleicht man in Tabelle 15 die mittleren Werte der hpm, so sieht man eine stetige Zunahme derselben bei abnehmendem Index bis etwa zum Index 300. Darunter schwanken die Werte erheblich. Die Werte für die Indices kleiner 300 sind nicht verwendbar, denn ihre Zeiten stellen lediglich die aus wenigen Fällen berechneten untersten Grenzen der hpm dar, wie sich aus den Regressionsgeraden (Abbildung 2 und 3) ablesen läßt. Die eigentlichen Mittelwerte der hpm in diesem Indexbereich liegen sicherlich höher, können aber nicht berechnet werden, da Fälle mit hohen hpm-Werten, bzw. niederen Index-Werten, durch die im allgemeinen früh durchgeführten Sektionen nicht erfaßt wurden.

Da für den Indexbereich zwischen 500 und 300 eine lineare Abhängigkeit der mittleren hpm vom Totenstarre-Index anzunehmen war, wurde die Regressionsgerade berechnet. Dabei wurden für die ausgewählten 9 Indexgruppen, die insgesamt 101 Fälle erfaßten, die mittleren hpm-Werte verwendet. Diese Werte sollten mit der Regressionsrechnung auf ihre gegenseitige Beziehung hin geprüft und gleichzeitig die Standardabweichung der Regression ermittelt werden. Hierbei wurden die einzelnen Standardabweichungen der durchschnittlichen Werte der hpm mit Hilfe der Regressionsgeraden ausgeglichen. Der Tabelle 16 sind die berechneten Zwischen- und Endergebnisse zu entnehmen.

Für die berechnete Regressionsgerade des Indexbereichs von 500 bis 300 gilt somit:

$$y = 637.20 - 5.68\ x\ .$$

Als Grenzgeraden dazu ergaben sich die Funktionen

$$y_1 = 593.60 - 8.08\ x$$

$$y_2 = 640.62 - 4.04\ x\ .$$

Der Indexbereich unter 300 konnte aus den dargelegten Gründen nicht in die Regressionsberechnung mit einbezogen werden.

Da aber auch in diesem Bereich mit einem linearen Abfall der Indices bei zunehmenden Zeiten zu rechnen war, konnten die erhaltene Regressionsgerade und ihre Grenzgeraden extrapoliert werden. Abbildung 5 zeigt die Regressionsgerade und ihre Grenzgeraden sowie die durch Extrapolation gewonnene Beziehung zwischen hpm und Totenstarre-Index für den Indexbereich unter 300. Wie daraus ersichtlich, liegen die in Tabelle 15 errechneten mittleren hpm-Werte für den Indexbereich zwischen 300 und 100 an der unteren Grenze.

Tabelle 16: Werte der Regressionsberechnung für die Gruppen gleicher Indices

Index	hpm				Regressionsrechnung		
	1+)	2+)	3+)		1+)	2+)	3+)
500	24.57	12.94	36.20	N	9	9	9
475	31.23	15.72	46.74	Σxy	143983.00	81970.25	205995.75
450	33.59	18.04	49.14	Σx^2	16812.27	5698.11	34001.13
425	36.65	18.90	54.40	$\bar{x}$	41.76	23.96	59.56
400	36.79	25.29	48.29	$\bar{y}$	400.00	400.00	400.00
375	46.77	24.69	68.85	a	637.20	593.60	640.62
350	53.62	31.54	75.70	b	- 5.68	- 8.08	- 4.04
325	54.69	36.28	73.10				
300	57.92	32.26	83.58				

+) 1 = mittlere Werte der hpm
2 = untere Grenzwerte der hpm
3 = obere Grenzwerte der hpm

Die hpm-Werte der extrapolierten Geraden zum Indexwert 100 ergeben den Zeitpunkt, für den die Totenstarre am Gesamtkörper, d.h. in allen Gelenken, gelöst ist. In Abbildung 5 können diese Werte abgelesen werden. Sie lassen sich jedoch exakt aus den Funktionen der Geraden berechnen:

$$x = \frac{637.20 - 100}{5.68} = 94.58$$

$$x_1 = \frac{593.60 - 100}{8.08} = 61.09$$

$$x_2 = \frac{640.62 - 100}{4.04} = 133.82$$

Dabei bedeutet x die durchschnittliche Zeit nach dem Tode, bei der die Totenstarre gelöst ist. x_1 und x_2 stellen die untere und obere Grenzzeit dar.

Bildet man aus den Differenzen zwischen x und x_1 bzw. x_2 von 33.49 bzw. 39.24 den Mittelwert, so erhält man in etwa die Standardabweichung der mittleren hpm. Sie beträgt abgerundet 36 Stunden.

In Anlehnung an Tabelle 1 erhalten wir damit für den Ablauf der Totenstarre die in Tabelle 17 dargestellten Werte.

Tabelle 17: Totenstarreablauf an Leichen in einem Lebensalter von mindestens 10 Jahren

Zustand der Totenstarre in Stunden post mortem und Standardabweichung (s) +)		
voll ausgeprägt	in Lösung begriffen	vollständig gelöst
25 ± 12	-	95 ± 36
G r e n z e n		
13 - 37	25 - 95	59 - 131

+) gerundete Werte

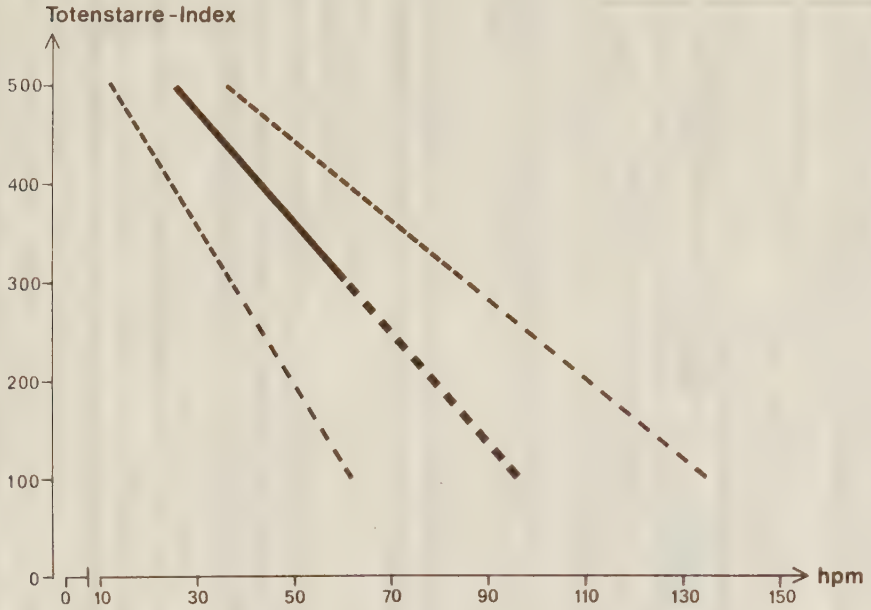

Abbildung 5: Mittels Gruppierung gleicher Indices gewonnene Regressionsgerade (———) und Standardabweichung (-----) der Beziehung hpm und Totenstarre-Index (extrapolierter Anteil der Geraden schwächer dargestellt)

Die hier errechnete Regressionsgerade weicht wesentlich sowohl im Wert für den Ordinatenschnittpunkt als auch im stündlichen Abfallswert von den zuerst berechneten Regressionen ab. Dies erklärt sich daraus, daß sie die Extrembereiche erfaßt, während die vorangehenden Berechnungen des Gesamtverhaltens die Maximal- und Minimalwerte wenig berücksichtigten. Die zuerst aufgestellten Regressionsgeraden eignen sich somit besser zur Beurteilung mittlerer Indices, die hier aufgeführte Gerade eher zur Bewertung hoher und niederer Indices.

2. Gliederung nach hpm und Totenstarreklassen

Wie oben beim Erhebungsbogen ausgeführt, wurde der im Totenstarre-Index erfaßte Starrezustand des ganzen Körpers dadurch differenziert, daß gleiche Starregrade in den Gelenken zu Klassen zusammengefaßt wurden. In Tabelle 2 sind die Schlüssel-Nummern, die ihnen zugeordneten Starregrade der Gelenke und die Häufigkeit aufgeführt.

Bei der Untersuchung der einzelnen Klassen in ihrer Beziehung zur Zeit nach dem Tode war es nicht geraten, die Gesamtzahl der Fälle heranzuziehen. Um relativ exakte Ergebnisse zu erhalten mußten alle die Fälle eliminiert werden, bei denen die hpm nicht bekannt waren, sich nur schätzen ließen oder unter 11 lagen (Totenstarre in Bildung begriffen). Aus dem bisher Festgestellten geht weiterhin hervor, daß unterschiedliche Indices altersbedingt auftreten können, d.h. auch in den einzelnen Starreklassen ein altersbedingtes, differierendes Verhalten zu erwarten ist. Der Altersbereich für die zu Berechnungen heranziehbaren Fälle wurde deshalb mit älter als 10 Jahre festgelegt. Wie gezeigt werden konnte, lagen die den niederen Indices in diesem Altersbereich zugeordneten

Zeiten nach dem Tode an der untersten Grenze. Um eine Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden, wurden die ihnen entsprechenden Totenstarreklassen mit den Schlüssel-Nr. 10, 11, 20, 21 und 22 nicht berücksichtigt. Tabelle 18 zeigt die unter diesen Bedingungen verbliebenen 91 Fälle, von denen 2 als extreme Werte herausfallen und bei den sich anschließenden Berechnungen weggelassen wurden.

Für die einzelnen Klassen wurden die durchschnittlichen Zeiten nach dem Tode berechnet. Da in den meisten Totenstarreklassen nur wenige Fälle zur Verfügung standen, wurde davon abgesehen, die Standardabweichungen dieser Mittelwerte zu errechnen. Tabelle 19 gibt die Mittelwerte der Zeit nach dem Tode in ihrer Zuordnung zu den Totenstarreklassen wieder.

Wenn man die in Tabelle 19 aufgeführten durchschnittlichen Zeiten nach dem Tode in ihrer Zuordnung zu den einzelnen Totenstarreklassen betrachtet, fällt auf, daß mit den zunehmenden Zeiten keine kontinuierliche Entwicklung der Starregrade in den einzelnen Klassen eintritt. Anders ausgedrückt besagt dies, daß kein einheitliches Prinzip der Lösung der Totenstarre existiert. Ausgehend von der voll ausgeprägten Totenstarre (Index 500 - alle Gelenke fest) werden verschiedene Wege bis zur vollständig gelösten Totenstarre (Index 100 - alle Gelenke locker) beschritten.

Im folgenden werden die aus dem zur Verfügung stehenden Material ermittelten Wege aufgezeigt. Dabei wird von der Überlegung ausgegangen, daß mit Zunahme der Zeit nach dem Tode die Gelenke sich nacheinander oder miteinander lösen. Es werden dabei in jedem Gelenk die Totenstarre-Grade 5 bis 1 durchlaufen. Die aufgeführten 16 Totenstarreklassen allein ermöglichen es jedoch nicht, jede einzelne Stufe

Tabelle 18: Gliederung in Totenstarreklassen (Schlüssel-Nr.) und Zeiten nach dem Tode

Schlüssel-Nr.	23	31	32	36	37	38	40	41
Stunden nach dem Tode	60.00 82.42	34.00 62.33	57.00 64.17 85.50	39.50 49.42 72.08	31.00 48.08 88.17	14.00 41.25 65.17	30.83 55.58	25.00 91.50

Schlüssel-Nr.	30	33	34	35	43	44
Stunden nach dem Tode	29.00 32.25 39.33 66.00 67.25 72.83	48.25 50.50 51.63 63.75 75.17	31.75 58.00 59.50 61.08 62.00	27.83 33.50 38.00 46.50 60.66 +)	32.00 35.42 37.83 40.25	13.50 21.58 26.66 37.50 38.37 66.00

Schlüssel-Nr.	42		50		
Stunden nach dem Tode	11.00 13.50 15.25 15.58 19.17 21.00 22.00 31.00	34.75 37.75 39.00 46.50 47.75 56.00 75.00	8.00 12.25 12.50 16.42 17.00 18.75 19.25 19.25	19.50 20.25 20.75 23.25 23.25 23.33 23.33 27.75	30.66 32.50 34.00 34.75 38.17 52.25 54.17 ++)

+) ein extrem hoher Wert mit 111.00 Stunden wurde nicht berücksichtigt
++) ein extrem hoher Wert mit 109.75 Stunden wurde nicht berücksichtigt

Tabelle 19: Durchschnittswerte der Zeit nach dem Tode für die einzelnen Totenstarreklassen

Klasse Schlüssel-Nr.	Starre-Grade der Gelenke[+)]	Anzahl der Fälle	durchschnittliche hpm
50	5 5 5 5 5 5 5 5	23	25.28
42	1 5 5 5 5 5 5 5	15	32.35
44	5 5 4 4 5 5 5 5	6	33.94
43	5 5 3 3 5 5 5 5	4	36.38
38	1 5 2 2 5 5 5 5	3	40.14
35	1 5 1 1 5 5 5 5	5	41.30
40	1 1 5 5 5 5 5 5	2	43.21
31	1 2 1 1 5 5 5 5	2	48.16
30	1 1 1 1 5 5 5 5	6	51.11
36	1 1 4 4 5 5 5 5	3	53.67
34	1 1 3 3 5 5 5 5	5	54.47
37	1 3 3 3 5 5 5 5	3	55.75
33	1 1 2 2 5 5 5 5	5	57.86
41	1 4 4 4 5 5 5 5	2	58.25
32	1 3 1 1 5 5 5 5	3	68.89
23	1 1 1 1 4 4 5 5	2	71.21

[+)] Fortlaufend sind die Starre-Grade des Nackens, des Kiefers, der Ellenbogen links/rechts, der Kniegelenke links/rechts und der Sprunggelenke links/rechts aufgeführt, wobei gilt:

1 = locker
2 = leichter Widerstand
3 = teigiger Widerstand
4 = fester Widerstand
5 = fest

dieser Entwicklung darzustellen. Dazu müßte ein größeres Untersuchungsmaterial zur Verfügung stehen.

a) Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung der Ellenbogen

Bei der Durchsicht der Klassen bot sich als erste Lösungsmöglichkeit eine mit Beginn in den Nackengelenken an. Davon ausgehend konnte festgestellt werden, daß sich als nächste Gelenke die Ellenbogen lösten und schließlich die Kiefer- und Kniegelenke folgten. Der Einfachheit der Darstellung wegen wird dieser Weg hier in den Schlüsseln für die Starre-Grade der Gelenke angegeben. Der hpm-Wert, bei dem alle Gelenke locker sind, wurde dabei dem vorigen Kapitel entnommen. Die den Klassen entsprechenden Zeiten wurden auf volle Stunden aufgerundet.

5 5 5 5 5 5 5 5	25 Stunden	p.m.
1 5 5 5 5 5 5 5	32 "	" "
1 5 2 2 5 5 5 5	40 "	" "
1 5 1 1 5 5 5 5	41 "	" "
1 2 1 1 5 5 5 5	48 "	" "
1 1 1 1 5 5 5 5	51 "	" "
1 1 1 1 4 4 5 5	71 "	" "
1 1 1 1 1 1 1 1	95 Stunden	p.m.

b) Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung des Kiefers

Als zweite Möglichkeit ergibt sich, daß auf die Lösung des Nackens sich die des Kiefers anschließt und erst danach die Ellenbogen gelöst werden.

5	5	5	5	5	5	5	5	25 Stunden p.m.
1	5	5	5	5	5	5	5	32 " " "
1	1	5	5	5	5	5	5	43 " " "
1	1	4	4	5	5	5	5	54 " " "
1	1	3	3	5	5	5	5	54 " " "
1	1	2	2	5	5	5	5	58 " " "
1	1	1	1	4	4	5	5	71 " " "
1	1	1	1	1	1	1	1	95 Stunden p.m.

Man könnte jedoch dieses Ergebnis auch so interpretieren, daß sich Nacken und Kiefer gemeinsam lösen. Dies würde aber voraussetzen, daß die hier als zweite Stufe aufgeführte Konstellation nicht durchlaufen wird. Die endgültige Entscheidung darüber kann erst getroffen werden, wenn durch ein größeres Material weitere Zwischenstufen gewonnen werden können. Die Starrekonstellation mit lockeren Nacken-, Kiefer- und Ellenbogengelenken bei festen Knie- und Sprunggelenken ließ sich hier nicht einordnen, da sie zu einem Zeitpunkt auftrat, wo bei der hier dargestellten Möglichkeit die Ellenbogengelenke noch in Lösung begriffen waren.

c) <u>Primäre Nackenlösung mit gemeinsam folgender Lösung der Ellenbogen und des Kiefers</u>

Auch beim dritten Lösungsablauf der Totenstarre bot sich der Nacken als erstes Gelenk an. Die Lösung von Kiefer und Ellenbogen erfolgte dann gemeinsam. Ob die gleichmäßige Abnahme des Starrezustandes in diesen beiden Gelenken konsequent bis zur völligen Lösung weiterging oder schließlich doch noch die Ellenbogen eher gelöst wurden, ließ sich nicht entscheiden. Die im folgenden aufgeführten Stufen ziehen die zweite Möglichkeit in Betracht.

5 5 5 5 5 5 5 5	25 Stunden p.m.	
1 5 5 5 5 5 5 5	32 " " "	
1 4 4 4 5 5 5 5	57 " " "	+)
1 3 3 3 5 5 5 5	57 " " "	+)
1 3 1 1 5 5 5 5	69 " " "	
1 1 1 1 4 4 5 5	71 " " "	
1 1 1 1 1 1 1 1	95 Stunden p.m.	

+) Mittelwert aus beiden Klassen

d) Primäre Ellenbogenlösung

Neben den bisher aufgewiesenen Wegen mit ausschließlichem Lösungsbeginn der Totenstarre in den Nackengelenken konnte ein solcher mit primärer Lösung in den Ellenbogengelenken nachgewiesen werden. In diesen Fällen blieben Nacken und Kiefer in ihrem Starrezustand noch fest, während die Ellenbogen schon einen teigigen Widerstand aufwiesen. Den weiteren Ablauf der Lösung zu verfolgen,war indes mangels verfügbarer Zwischenstufen nicht möglich.

5 5 5 5 5 5 5 5	25 Stunden p.m.
5 5 4 4 5 5 5 5	34 " " "
5 5 3 3 5 5 5 5	36 " " "
1 1 1 1 1 1 1 1	95 Stunden p.m.

Da bei der Einteilung in die einzelnen Totenstarreklassen die häufigsten gleichen Starrekonstellationen zusammengefaßt und bei der Beurteilung der Lösungsmöglichkeiten herangezogen wurden, sind auch die aufgestellten Wege der Lösung als die am häufigsten auftretenden anzusehen. Dies schließt jedoch keineswegs aus, daß es noch andere, hier nicht erfaßte Abläufe gibt.

Es ist deshalb nicht möglich, den prozentualen Anteil der angegebenen vier Wege an den insgesamt möglichen zu beurteilen.

Es besteht aber die Möglichkeit, die relative Häufigkeit der einzelnen hier aufgestellten Starrelösungen untereinander zu vergleichen. Bei dieser Untersuchung interessiert die Zeit nach dem Tode nicht. Es kann damit das Postulat, nur Fälle mit exakt angegebenen hpm zu berücksichtigen, aufgegeben werden. Es werden deshalb alle Fälle einer Klasse herangezogen, mit der Einschränkung, daß die Totenstarre nicht mehr in Bildung begriffen und ein Lebensalter von mindesten 10 Jahren erreicht worden ist.

Es wurde zuerst die Frage gestellt, wieviel Fälle maximal den vier Lösungsabläufen entsprechen konnten. Wie aus den einzelnen Lösungsmöglichkeiten ersichtlich, wiederholen sich bestimmte Konstellationen, so daß die einzelnen Fälle mehrmals zugeordnet werden mußten. Im folgenden sind die den einzelnen Lösungsabläufen zuzuschreibenden Fälle und deren prozentualer Anteil an der Gesamtzahl aufgeführt.

Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung der Ellenbogen:	71 Fälle (29.1 %)
Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung des Kiefers:	69 Fälle (28.3 %)
Primäre Nackenlösung mit gemeinsam folgender Lösung von Ellenbogen und Kiefer:	63 Fälle (25.8 %)
Primäre Ellenbogenlösung:	41 Fälle (16.8 %)

Ließ man die mehrmals verwendeten Fälle aus der Betrachtung heraus, so verblieben jene, die charakteristisch für den Lösungsablauf waren:

Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung der Ellenbogen:	19 Fälle (32.8 %)
Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung des Kiefers:	17 Fälle (29.3 %)
Primäre Nackenlösung mit gemeinsam folgender Lösung von Ellenbogen und Kiefer:	11 Fälle (19.0 %)
Primäre Ellenbogenlösung:	11 Fälle (19.0 %)

Die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten nimmt offenbar in der aufgeführten Reihenfolge ab. Die Entscheidung darüber, ob die primäre Ellenbogenlösung seltener oder etwa gleich häufig wie die primäre Nackenlösung mit gemeinsam nachfolgender Ellenbogen- und Kieferlösung vorkommt, kann letztlich nicht getroffen werden.

3. Gliederung nach hpm und Totenstarre-Graden in den einzelnen Gelenken

Bei der Untersuchung der Totenstarre mit Hilfe des Totenstarre-Index und der Totenstarreklassen wurden die Starrezustände der Gelenke in ihrem Gesamtverhalten mit- und zueinander dargelegt. Es stellte sich nun die Frage, wie der Starreablauf in jedem einzelnen Gelenk zu beurteilen ist. Jedes Gelenk wird deshalb im folgenden für sich allein auf seine Beziehung zwischen den hpm und der Ausbildung des Starre-Grades hin geprüft.

a) Nacken

Von den 271 Fällen des Gesamtmaterials wurden 54 (19.9 %) bei den folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt, da sie unter der Altersgrenze von 10 Jahren lagen. Von den

verbliebenen 217 Fällen (80.1 %) konnten 21 (7.7 %) wegen der nicht bekannten und 20 (7.4 %) wegen nur schätzbarer Zeit nach dem Tode nicht herangezogen werden. Zwei Fälle (0.7 %) wurden auf Grund extremer Werte von der Untersuchung ausgeschlossen. In dem einen Fall waren bei 109.75 Stunden p.m. die Gelenke des Nackens noch als fest beschrieben worden, in dem anderen war die Sektion extrem spät, nämlich 375.50 Stunden p.m., durchgeführt worden. In 17 Fällen (6.3 %) wurde der Totenstarrezustand des Nakkens nicht beschrieben.

In den somit verbliebenen 157 Fällen (57.9 %; 100 rel. %) waren die Starrezustände des Nackens 45 mal (28.7 rel. %) mit "fest", viermal (2.5 rel. %) mit "fester Widerstand", einmal (0.6 rel. %) mit "teigiger Widerstand", dreimal (1.9 rel. %) mit "leichter Widerstand" und 104 mal (66.2 rel. %) mit "locker" beschrieben worden. Tabelle 20 gibt die Stunden p.m. für die beobachteten 45 Fälle mit fester Totenstarre des Nackens wieder.

Für die Fälle mit voll ausgeprägter Starre des Nackens wurde eine durchschnittliche Zeit nach dem Tode von 27.74 Stunden errechnet. Die Standardabweichung ergab sich mit 13.77 Stunden (Σx^2 = 43156.34).

Von der Überlegung ausgehend, daß ein Gelenk, dessen Totenstarre mit "locker" beschrieben wird, einerseits schon gelöst vorliegen, andererseits noch keine Starre entwickelt haben kann, wurden die Fälle mit lockerer Totenstarre unterteilt. Als Grenzzeit bot sich die durchschnittliche Zeit nach dem Tode an, bei der das Gelenk eine voll ausgeprägte Starre zeigte.

Von den 104 Fällen (100 rel. %), in denen der Gelenkzustand mit "locker" beschrieben war, wiesen 84 (80.8 rel. %) hpm-

Werte über 27.74 auf. 20 Fälle (19.2 rel. %) lagen unter diesem Grenzwert. Tabelle 21 zeigt die zeitliche Unterteilung dieser Fälle.

Wegen ihrer geringen Anzahl wurden die Starrezustände von "fester Widerstand" bis "leichter Widerstand" nicht tabellarisch dargestellt. Fester Widerstand der Nackengelenke wurde 14.00, 17.50, 28.75 und 58.25 Stunden p.m. gefunden. Ein beobachteter Fall mit teigigem Widerstand ergab sich bei 20.50 Stunden p.m. Die hpm-Werte für die drei Fälle mit leichtem Widerstand des Nackens lagen bei 35.50, 50.00 und 64.42.

Tabelle 20: Fälle mit voll ausgeprägter Totenstarre des Nackens unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der festen Totenstarre des Nackens				
5.66	18.00	21.58	30.66	38.17
7.75	18.60	21.75	32.00	38.37
8.00	18.75	23.25	32.50	39.00
12.25	19.25	23.25	34.00	40.25
12.50	19.25	23.33	34.75	41.00
13.25	19.50	23.33	35.42	52.25
13.50	20.25	26.66	35.75	54.17
16.42	20.75	27.75	37.50	65.66
17.00	20.92	30.50	37.83	66.00

Tabelle 21: Fälle mit lockerem Zustand des Nackens unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. des lockeren Zustandes des Nackens				
< 27.74	>27.74			
7.00	27.83	38.00	50.75	66.00
8.00	27.83	38.08	51.00	66.50
11.00	28.50	39.00	51.63	67.00
13.00	28.75	39.33	55.58	67.25
13.50	29.00	39.50	56.00	68.66
14.00	29.25	40.00	56.50	72.00
15.25	29.50	40.75	57.00	72.08
15.58	30.83	41.00	57.50	72.83
19.17	31.00	41.25	57.83	75.00
19.66	31.00	41.66	58.00	75.00
21.00	31.25	43.50	59.50	75.17
21.17	31.75	46.50	60.00	80.50
22.00	32.00	46.50	60.66	81.75
25.00	32.25	46.50	61.08	82.42
25.00	33.50	47.25	62.00	85.50
26.00	33.66	47.75	62.33	88.17
27.00	34.00	48.08	63.00	91.50
27.42	34.25	48.25	63.00	106.50
27.50	34.75	49.42	63.75	111.00
27.50	36.00	50.50	64.17	111.66
	37.75	50.50	65.17	128.58

Die durchschnittlichen Zeiten nach dem Tode, bei denen der Gelenkszustand als locker beschrieben war, ergaben sich für die Fälle mit hpm-Werten unter 27.74 zu 19.29 Stunden, für die darüber liegenden zu 54.40 Stunden. Im ersten Fall wurde eine Standardabweichung von 6.57 Stunden (Σx^2 = 8303.08), im zweiten eine solche von 21.24

Stunden (Σx^2 = 286498.77) berechnet.

Für den Nacken läßt sich damit folgende Aussage über den Totenstarreablauf treffen: Bis etwa durchschnittlich 19 Stunden p.m. kann der Nacken locker vorliegen. Mit etwa 28 Stunden p.m. ist die Totenstarre in den Nackengelenken voll ausgebildet. Bei etwa 54 hpm ist sie wieder gelöst.

b) Kiefer

Aus dem Gesamtmaterial der 271 Fälle standen zu Berechnungen für das Verhalten der Totenstarre an den Kiefergelenken 155 Fälle (57.2 %) zur Verfügung. 54 Fälle (19.9 %) lagen unter der Altersgrenze, bei 21 (7.7 %) fehlte eine Angabe der hpm, in 20 Fällen (7.4 %) konnten sie nur geschätzt werden und in 19 Fällen (7.0 %) war der Starrezustand nicht beschrieben worden. Die schon bei der Untersuchung des Nackens ausgeschiedenen beiden Extremfälle (0.7 %) wurden auch hier nicht berücksichtigt.

Von den 155 Fällen (100 rel. %) wiesen 82 (52.9 rel. %) eine voll ausgeprägte Totenstarre im Kiefer auf. Tabelle 22 gibt die Stunden p.m. für die Fälle mit fester Totenstarre der Kiefergelenke wieder.

Die durchschnittliche Zeit nach dem Tode, bei der die Kiefergelenke fest waren, errechnete sich aus den in Tabelle 22 angegebenen Werten zu 32.18 Stunden. Die Standardabweichung betrug 19.34 Stunden (Σx^2 = 115585.34).

Die Fälle der Starre-Grade 1 bis 4 wurden, ähnlich wie bei der Untersuchung des Nackens, in solche mit hpm-Werten unter bzw. über 32.18 unterteilt.

Tabelle 22: Fälle mit voll ausgeprägter Totenstarre des Kiefers unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der festen Totenstarre des Kiefers				
7.00	18.75	23.33	34.75	46.50
7.75	19.17	23.33	35.42	46.50
8.00	19.25	25.00	35.50	47.25
11.00	19.25	26.66	35.75	47.75
12.25	19.50	27.50	37.50	52.25
12.50	20.00	27.50	37.75	54.17
13.00	20.25	27.75	37.83	56.00
13.25	20.50	27.83	38.00	60.66
13.50	20.75	30.66	38.17	65.17
13.50	20.92	31.00	38.37	65.66
14.00	21.00	32.00	39.00	66.00
14.00	21.17	32.00	39.00	75.00
15.25	21.58	32.50	40.00	111.00
15.58	21.75	33.50	40.25	111.66
16.42	22.00	33.66	41.00	
17.00	23.25	34.00	41.25	
18.00	23.25	34.75	46.50	

Von den in Frage kommenden 155 Fällen wiesen 47 (30.3 rel. %) einen lockeren Gelenkzustand auf. Bei der Aufteilung ergaben sich acht (5.2 rel. %) mit hpm-Werten

unter und 39 (25.1 rel. %) mit hpm-Werten über 32.18. In Tabelle 23 sind die Fälle unterteilt aufgeführt.

Tabelle 23: Fälle mit lockerem Zustand des Kiefers unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. des lockeren Zustandes des Kiefers				
< 32.18	> 32.18			
5.66	32.25	50.50	60.00	72.08
26.00	34.25	51.00	61.08	72.83
27.00	38.08	51.63	62.00	75.00
27.83	39.33	55.58	63.00	75.17
29.00	39.50	56.50	63.00	80.50
29.25	41.00	57.50	63.75	81.75
30.83	41.66	57.83	66.00	82.42
31.75	48.25	58.00	67.25	106.50
	49.42	59.25	68.66	128.58
	50.50	59.50	72.00	

Für die Fälle unter dem Grenzwert berechnete sich eine mittlere Zeit von 25.92 Stunden p.m. mit einer Standardabweichung von 7.86 Stunden (Σx^2 = 5866.66). Dieselben Berechnungen ergaben für die Werte über der Grenzzeit einen Durchschnitt von 61.36 hpm und eine Standardabweichung von 18.53 Stunden (Σx^2 = 160231.47).

Wegen ihrer geringen Anzahl wurden die Fälle mit den Starrezuständen von "fester Widerstand" bis "leichter Widerstand" nicht tabellarisch erfaßt und keine Mittelwerte und Standardabweichungen bestimmt. Fester Widerstand der Kiefergelenke wurde in 10 Fällen (6.5 rel.%) bei 17.50, 25.00, 28.75, 29.50, 30.50, 36.00, 43.50, 50.75, 58.25 und 91.50 Stunden p.m. beobachtet. In acht Fällen (5.2 rel. %) wiesen die Kiefergelenke einen teigigen Widerstand auf (19.66, 31.00, 48.08, 57.00, 64.17, 67.00, 85.50 und 88.17 Stunden p.m.). In acht Fällen (5.2 rel. %) wurde ein leichter Widerstand der Kiefergelenke bei der Prüfung der Totenstarre diagnostiziert (8.00, 28.75, 31.25, 34.00, 40.75, 50.00, 62.33 und 64.42 Stunden p.m.).

Zusammenfassend läßt sich damit folgendes über den Verlauf der Totenstarre an den Kiefergelenken aussagen: Durchschnittlich bis 26 Stunden p.m. kann man den Kiefer noch in lockerem Zustand vorfinden. Mit etwa 32 hpm ist die Totenstarre voll ausgeprägt. Ungefähr 61 Stunden nach dem Tode liegen die Gelenke wieder gelöst vor.

c) Ellenbogen

Für die Berechnungen konnten vom Gesamtmaterial 149 Fälle (55.0 %) verwendet werden. 54 Fälle (19.9 %) wurden wegen eines zu geringen Alters eliminiert. Aus 21 Sektionsprotokollen (7.7 %) gingen die hpm nicht hervor, bei 20(7.4 %) konnten sie nur geschätzt werden. In 19 Fällen (7.0 %) war der Starre-Grad der Ellenbogengelenke nicht angegeben worden. Sechs Fälle (2.2 %) zeigten ein unterschiedliches Verhalten des Totenstarrezustandes in den beiden Ellen-

bogen. Wiederum wurden die beiden Extremwerte (0.7 %) vernachlässigt.

Von den 149 Fällen (100 rel. %) waren 50 (33.6 rel. %) in beiden Ellenbogen fest totenstarr. Ihre Zeiten nach dem Tode gehen aus Tabelle 24 hervor.

Tabelle 24: Fälle mit voll ausgeprägter Totenstarre der Ellenbogen unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der festen Totenstarre der Ellenbogen				
7.75	17.00	20.75	30.50	39.00
8.00	17.50	21.00	30.66	43.50
11.00	18.60	22.00	30.83	46.50
12.25	18.75	23.25	31.00	47.75
12.50	19.17	23.25	32.50	52.25
13.00	19.25	23.33	34.00	54.17
13.50	19.25	23.33	34.75	55.58
15.25	19.50	27.75	34.75	56.00
15.58	20.00	28.50	37.75	64.42
16.42	20.25	28.75	38.17	75.00

Die durchschnittliche Zeit nach dem Tode, bei der in den Ellenbogengelenken die Totenstarre voll ausgebildet war, berechnete sich zu 28.51 Stunden mit einer Standardabweichung von 15.06 Stunden (Σx^2 = 51984.63).

In 47 Fällen (31.5 rel. %) waren die Ellenbogen bei der Begutachtung der Totenstarre mit "locker" beschrieben worden. Sieben Fälle (4.7 rel. %) lagen unter, 40 Fälle (26.8 rel.%) über dem mittleren hpm-Wert für vollausgeprägte Totenstarre. Die Unterteilung der Fälle mit den zugehörigen Stunden p.m. ist Tabelle 25 zu entnehmen.

Tabelle 25: Fälle mit lockerem Zustand der Ellenbogen unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. des lockeren Zustandes der Ellenbogen				
<28.51	>28.51			
5.66	29.00	40.00	60.66	72.83
7.00	29.25	41.66	62.33	75.00
8.00	32.25	46.50	63.00	80.50
27.00	33.50	50.75	63.00	81.75
27.42	34.00	51.00	64.17	82.42
27.83	34.25	56.50	66.00	85.50
27.83	35.75	57.00	66.50	106.50
	38.00	57.50	67.25	111.00
	38.08	59.25	68.66	111.66
	39.33	60.00	72.00	128.58

Der Mittelwert der Stunden p.m. unter 28.51 für den lockeren Gelenkszustand betrug 18.68 mit einer Standardabweichung von 10.23 Stunden (Σx^2 = 3174.91). Für die Werte über 28.51 lag der Durchschnittswert bei 61.32 hpm und die Standardabweichung bei 23.82 Stunden (Σx^2 = 173118.68).

Da sich von den 149 Fällen, die zu Berechnungen herangezogen werden konnten, eine größere Anzahl auf die Starrezustände mit leichtem, teigigem und festem Widerstand verteilte, konnten diese Starregrade auf ihr zeitliches Auftreten nach dem Tode hin untersucht werden. Dabei mußte jedoch wiederum eine Unterteilung der Fälle in solche mit wahrscheinlich noch in Bildung begriffener und solche mit voraussichtlich schon in Lösung befindlicher Totenstarre

vorgenommen werden. Diese Aufgliederung erfolgte ebenfalls anhand der Zeit, bei welcher die Ellenbogengelenke im Mittel fest totenstarr waren. Tabelle 26 stellt die beobachteten Fälle mit leichtem, teigigem und festem Widerstand der Ellenbogengelenke den ihnen zuzuordnenden Zeiten gegenüber.

Tabelle 26: Fälle mit leichtem, teigigem und festem Widerstand der Ellenbogen unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. des Starrezustandes der Ellenbogen					
leichter Widerstand		teigiger Widerstand		fester Widerstand	
<28.51	>28.51	<28.51	>28.51	<28.51	>28.51
14.00	28.75	19.66	31.00	13.50	29.50
18.00	33.66	20.50	31.75	14.00	35.50
21.17	40.75	25.00	32.00	21.58	36.00
21.75	41.25		35.42	25.00	37.50
26.00	48.25		37.83	26.66	38.37
	50.00		40.25	27.50	39.50
	50.50		48.08		41.00
	50.50		58.00		49.42
	51.63		58.25		66.00
	63.75		59.50		72.08
	65.17		61.08		91.50
	75.17		62.00		
	83.25		65.66		
			88.17		

Von den 18 Fällen (12.1 rel. %),deren Totenstarre mit "leichter Widerstand" beschrieben worden war, wiesen fünf (3.4 rel.%) hpm-Werte unter und 13 (8.7 rel. %) hpm-Werte über 28.51 auf. Die durchschnittlichen Zeiten dieses Starrezustandes berechneten sich für die fünf Fälle mit 20.18 Stunden p.m., für die 13 Fälle mit 52.51 Stunden p.m.

Siebzehn Fälle (11.4 rel. %) zeigten einen teigigen Widerstand in den Ellenbogengelenken. Dreimal (2.0 rel. %) wurde dieser Ausprägungsgrad der Totenstarre vor und 14 mal (9.4 rel. %) nach der angegebenen Zeitgrenze festgestellt. Für die Fälle unter der Zeitgrenze ergab sich ein Mittelwert von 21.72 hpm, für die anderen ein solcher von 50.64 hpm.

Fester Widerstand in den Ellenbogengelenken wurde in 17 Fällen (11.4 rel. %) beschrieben, von denen sechs (4.0 rel. %) eine Zeit nach dem Tode unter und 11 (7.4 rel. %) über 28.51 Stunden aufwiesen. Ihre durchschnittlichen hpm-Werte betrugen dabei 21.37 bzw. 48.76.

Aus den Ergebnissen über den Ablauf der Totenstarre in den Ellenbogengelenken ersieht man die zeitliche Reihenfolge der verschiedenen Starre-Grade: Bis etwa 19 Stunden p.m. waren die Gelenke noch locker, mit etwa 20 Stunden p.m. konnten sie gegen einen leichten Widerstand bewegt werden, zwischen 21 und 22 Stunden p.m. wurde teigiger und fester Widerstand in ihnen festgestellt und bei 29 hpm waren sie schließlich fest totenstarr. Als erster Grad der Starrelösung wurde bei etwa 49 Stunden p.m. erneut fester Widerstand gefunden. Bei 51 bzw. 53 hpm durchliefen die Gelenke die Starrezustände "teigiger" und "leichter" Widerstand. Durchschnittlich 61 Stunden nach dem Tode lagen die Gelenke völlig gelöst vor.

d) Kniegelenke

Aus dem Gesamtmaterial der 271 Fälle boten sich 147 (54.2 %) für die Untersuchung des Starreablaufes in den Kniegelenken an. 54 Fälle (19.9 %) unterschritten die Altersgrenze von 10 Jahren. Der Todeszeitpunkt und damit die hpm konnten in

21 Fällen (7.7 %) den Sektionsprotokollen nicht entnommen und in 20 Fällen (7.4 %) nur abgeschätzt werden. In 22 Fällen (8.1 %) war an den Kniegelenken kein Befund über den Starrezustand erhoben worden. Fünf Fälle (1.8 %) zeigten unterschiedliche Starreausprägungen in den beiden Kniegelenken. Wie schon bei den vorangehenden Berechnungen wurden auch hier die zwei Extremwerte (0.7 %) unberücksichtigt gelassen.

In der überwiegenden Anzahl der zur Verfügung stehenden 149 Fälle lagen die Kniegelenke in fest totenstarrem Zustand vor. Die unterschiedlichen Zeiten nach dem Tode für diese 117 Fälle (78.5 rel. %) sind aus Tabelle 27 zu ersehen.

Nach den Berechnungen für die Fälle mit fester Totenstarre in den Kniegelenken ergab sich eine durchschnittliche Zeit von 38.17 Stunden p.m. Die Standardabweichung errechnete sich zu 19.94 Stunden (Σx^2 = 216956.98).

Die Kniegelenke wurden in sieben Fällen (4.8 rel. %)in einem lockeren Zustand vorgefunden. Die Zeitgrenze von 38.17 Stunden p.m. wurde jedoch nur in einem Fall (0.7 rel. %) unterschritten. Die sechs Fälle (4.1 rel. %), deren hpm die Zeitgrenze überschritten (51.00, 56.50, 57.83, 67.00, 68.66 und 75.00 hpm), ergaben einen durchschnittlichen Wert von 62.67 hpm und eine Standardabweichung von 8.21 Stunden (Σx^2 = 3994.29).

Bei der Prüfung der Totenstarre ließen sich in acht Fällen (5.4 rel. %) die Kniegelenke gegen leichten Widerstand bewegen. Dabei lag in vier Fällen (2.7 rel. %) der Todeseintritt weniger als 38.17 Stunden zurück (18.00, 26.00, 19.25 und 38.08 Stunden p.m.). Da dem verfügbaren Material nur in einem Fall ein lockerer Zustand der Kniegelenke vor der vollständigen Ausbildung der Toten-

Tabelle 27: Fälle mit voll ausgeprägter Totenstarre der Kniegelenke unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der festen Totenstarre der Kniegelenke				
7.00	20.75	31.00	39.33	58.25
8.00	21.00	31.00	39.50	59.50
8.00	21.17	31.25	40.00	60.66
11.00	21.58	31.75	40.25	61.08
12.25	21.75	32.00	40.75	62.00
12.50	22.00	32.00	41.25	62.33
13.25	23.25	32.25	43.50	63.75
13.50	23.25	32.50	46.50	64.17
13.50	23.33	33.50	46.50	64.42
14.00	23.33	34.00	46.50	65.17
15.25	25.00	34.00	47.25	66.00
15.58	25.00	34.75	47.75	66.00
16.42	26.66	34.75	48.08	67.25
17.00	27.50	35.42	48.25	72.08
17.50	27.50	35.75	49.42	72.83
18.60	27.75	36.00	50.50	75.00
18.75	27.83	37.50	50.75	75.17
19.17	28.50	37.75	51.63	85.50
19.25	28.75	37.83	52.25	88.17
19.25	28.75	38.00	54.17	91.50
19.50	29.00	38.17	55.58	111.00
20.00	30.50	38.37	56.00	
20.25	30.66	39.00	57.00	
20.50	30.83	39.00	58.00	

starre zu entnehmen war, und damit keine hinreichend sichere Aussage vorlag, wurden die vier hpm-Werte für den leichten Widerstand der Kniegelenke als Anhaltspunkt der Totenstarrebildung genommen. Ihr Mittelwert berechnete sich zu 27.83 hpm. Die Standardabweichung betrug 7.19 Stunden (Σx^2 = 3305.65). Weitere vier Fälle (2.7 rel. %) wiesen den gleichen Starrezustand in den Kniegelenken auf, jedoch lagen ihre Zeiten nach dem Tode oberhalb der angegebenen Grenze (50.00, 66.50, 81.75 und 83.25 Stunden p.m.). Als durchschnittliche Zeit für diese Werte berechneten sich 70.38 hpm.

Bei der Prüfung der Totenstarre in den Kniegelenken wurden in sechs Fällen (4.1 rel. %) "teigiger Widerstand" angegeben. In zwei Fällen (1.4 rel. %) war der hpm-Wert kleiner als 38.17 (19.66 und 27.83 hpm). Für die vier Fälle (2.7 rel. %) (63.00, 72.00, 106.50 und 111.66 Stunden p.m.), bei denen anzunehmen war, daß sich die Totenstarre in Lösung befand, wurde eine durchschnittliche Zeit von 88.29 Stunden p.m. berechnet.

Neun Fälle (6.1 rel. %) zeigten einen festen Widerstand in den Kniegelenken (5.66, 12.00, 14.00, 27.42, 35.50, 41.00, 59.25, 60.00 und 82.42 Stunden p.m.). Es lagen dabei fünf Werte (3.4 rel. %) unter 38.17 hpm und vier (2.7 rel. %) darüber. Der Mittelwert der letztgenannten ergab sich zu 60.67 hpm.

Faßt man die für den Ablauf der Totenstarre in den Kniegelenken erhaltenen Ergebnisse zusammen, so kann eine relativ sichere Aussage über den fest totenstarren Zustand derselben gegeben werden. Der aus der überwiegenden Anzahl der Fälle berechnete mittlere hpm-Wert lag bei 38.17. Als Anhaltspunkt für die Bildung der Totenstarre kann der Starrezustand "leichter Widerstand" herangezogen werden.

Der Mittelwert der völlig gelösten Starre (62.67 hpm) dürfte jedoch als unterer Grenzwert anzusehen sein, zumal die mittleren Zeiten für den teigigen und leichten Widerstand höher lagen. Das sicherlich zu niedrige Ergebnis erklärt sich aus der zeitlich nach oben hin begrenzten Auswahl der beobachteten Fälle.

e) Sprunggelenke

Das Verhalten der Totenstarre in den Sprunggelenken konnte an 151 Fällen (55.7 %) untersucht werden. Die 54 Fälle (19.9 %) mit einem Alter unter 10 Jahren wurden auch hier nicht berücksichtigt, ebenso die 21 Fälle (7.7 %) mit unbekannter und die 20 Fälle (7.4 %) mit nur schätzbarer Todeszeit. In 22 Fällen (8.1 %) war der Totenstarrezustand in den Sprunggelenken nicht angegeben worden. Ein Fall (0.4 %) zeigte ein unterschiedliches Verhalten der Totenstarre in den beiden Sprunggelenken. Wie bei den vorhergehenden Untersuchungen wurden die zwei extremen Werte (0.7 %) nicht zu den Berechnungen herangezogen.

Mit 137 Fällen (90.7 rel. %) wies der weit überwiegende Anteil des zu Berechnungen herangezogenen Materials in den Sprunggelenken voll ausgeprägte Totenstarre auf. Ihre hpm-Werte sind aus Tabelle 28 zu entnehmen.

Die durchschnittliche Zeit nach dem Tode, bei der die Sprunggelenke in fest totenstarrem Zustand vorlagen, berechnete sich mit 41.39 Stunden. Die Standardabweichung ergab sich zu 22.11 Stunden (Σx^2 = 301685.74).

Tabelle 28: Fälle mit voll ausgeprägter Totenstarre der Sprunggelenke unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der festen Totenstarre der Sprunggelenke				
8.00	21.58	31.25	46.50	63.00
8.00	21.75	31.75	46.50	63.00
11.00	22.00	32.00	46.50	63.75
12.25	23.25	32.00	47.25	64.17
12.50	23.25	32.25	47.75	64.42
13.25	23.33	32.50	48.08	65.17
13.50	23.33	33.50	48.25	65.66
13.50	25.00	34.00	49.42	66.00
14.00	25.00	34.00	50.50	66.00
14.00	26.00	34.75	50.50	67.25
15.25	26.66	34.75	50.75	68.66
15.58	27.42	35.42	51.00	72.00
16.42	27.50	35.75	51.63	72.08
17.00	27.50	37.50	52.25	72.83
17.50	27.75	37.75	54.17	75.00
18.60	27.83	37.83	55.58	75.17
18.75	27.83	38.00	56.00	80.50
19.17	28.50	38.17	57.00	81.75
19.25	28.75	38.37	57.50	82.42
19.25	28.75	39.00	58.00	85.50
19.50	29.00	39.00	58.25	88.17
19.66	29.25	39.33	59.25	91.50
20.00	29.50	39.50	59.50	106.50
20.25	30.50	40.25	60.00	111.00
20.50	30.66	40.75	60.66	111.66
20.75	30.83	41.00	61.08	
21.00	31.00	41.25	62.00	
21.17	31.00	43.50	62.33	

Lediglich 14 Fälle (9.3 rel. %) zeigten in den Sprunggelenken keine voll ausgeprägte Totenstarre. Achtmal (5.3 rel. %) wurde ein lockerer Zustand beschrieben. Davon lagen fünf Fälle (3.3 rel. %) in ihren Zeiten nach dem Tode unter 41.39 Stunden (5.66, 7.00, 7.75, 18.00 und 27.00 Stunden p.m.). Der durchschnittliche Wert für diese Angaben berechnete sich zu 13.08 hpm mit einer Standardabweichung von 8.23 Stunden (Σx^2 = 1194.10). Für die drei übrigen Werte (2.0 rel. %) (56.50, 67.00 und 75.00 Stunden p.m.) errechnete sich der Mittelwert zu 66.17 Stunden p.m. und die Standardabweichung zu 7.58 Stunden (Σx^2 = 13306.25).

Bei vier Fällen (2.6 rel. %) wurde als Ausprägung der Totenstarre in den Sprunggelenken "leichter Widerstand" angegeben (38.08, 50.00, 66.50 und 83.25 Stunden p.m.).

Das vorliegende Material enthielt keinen Fall mit teigigem Widerstand in den Sprunggelenken.

Fester Widerstand wurde in den Gelenken zweimal (1.3 rel. %) diagnostiziert (34.25 und 35.50 Stunden p.m.).

Damit läßt sich lediglich eine hinreichend exakte Angabe über den Totenstarreablauf in den Sprunggelenken für die voll entwickelte Starre machen. In dem untersuchten Material lag der Durchschnittswert bei etwa 41 hpm. Für den nur aus wenigen Fällen berechneten mittleren hpm-Wert der vollständig gelösten Starre in den Sprunggelenken (66 hpm) gilt das schon bei den Kniegelenken einschränkend Gesagte.

f) Beziehung der Gelenke zueinander

Die für die einzelnen Gelenke in den vorangehenden Kapiteln berechneten Werte sollen an dieser Stelle gegenübergestellt und miteinander verglichen werden.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Zeiten nach dem Tode, bei denen feste Totenstarre in den Gelenken beobachtet wurde, sind in Tabelle 29 gemeinsam dargestellt.

Tabelle 29: Mittelwerte und Standardabweichungen der hpm für die voll ausgeprägte Totenstarre in den einzelnen Gelenken

Gelenke	Anzahl der Fälle	mittlere[+)] Stunden p.m.	Standard-[+)] abweichung
Nacken	45	28	14
Ellenbogen	50	29	15
Kiefer	82	32	19
Kniegelenke	117	38	20
Sprunggelenke	137	41	22

[+)] gerundete Werte

Wie Tabelle 29 zu entnehmen ist, werden nacheinander die Nacken-, Ellenbogen-, Kiefer-, Knie- und Sprunggelenke fest totenstarr. Weiterhin ist zu sehen, daß die Standardabweichungen und die Anzahl der beobachteten Fälle in der gleichen Reihenfolge zunehmen.

Die berechneten Mittelwerte der Zeit nach dem Tode für die voll ausgeprägte Totenstarre in den einzelnen Ge-

lenken sind graphisch in Abbildung 6 wiedergegeben und durch eine Regressionsgerade ausgeglichen. Die Gerade ist durch die Funktion $y = 0.26\ x - 5.63$ gegeben ($\Sigma xy = 540.93; \Sigma x^2 = 5787.96; \bar{x} = 33.60; \bar{y} = 3.00$). Für die Standardabweichungen der mittleren hpm-Werte wurden ebenfalls Regressionsgeraden bestimmt. Diese beiden Grenzgeraden gehorchen den Gleichungen $y = 0.44\ x - 3.80$ bzw. $y = 0.17\ x - 5.63$. Sie sind gemeinsam mit der Regressionsgeraden für die Mittelwerte in Abbildung 6 graphisch dargestellt.

Da die mittleren hpm-Werte für den festen Totenstarrezustand in den Einzelgelenken anhand eines relativ großen Zahlenmaterials gewonnen werden konnten, sind sie innerhalb der Untersuchung am stärksten zu bewerten.

Die unterschiedlichen Durchschnittswerte für den fest totenstarren Gelenkzustand wurden statistisch geprüft. Dabei wurden die Mittelwerte der fünf Gelenke in den möglichen 10 Kombinationen miteinander verglichen. Im folgenden sind die erhaltenen Ergebnisse aufgeführt:

Nacken/Ellenbogen	nicht signifikant
Nacken/Kiefer	nicht signifikant
Nacken/Kniegelenke	signifikant
Nacken/Sprunggelenke	signifikant
Ellenbogen/Kiefer	nicht signifikant
Ellenbogen/Kniegelenke	signifikant
Ellenbogen/Sprunggelenke	signifikant
Kiefer/Kniegelenke	signifikant
Kiefer/Sprunggelenke	signifikant
Kniegelenke/Sprunggelenke	nicht signifikant

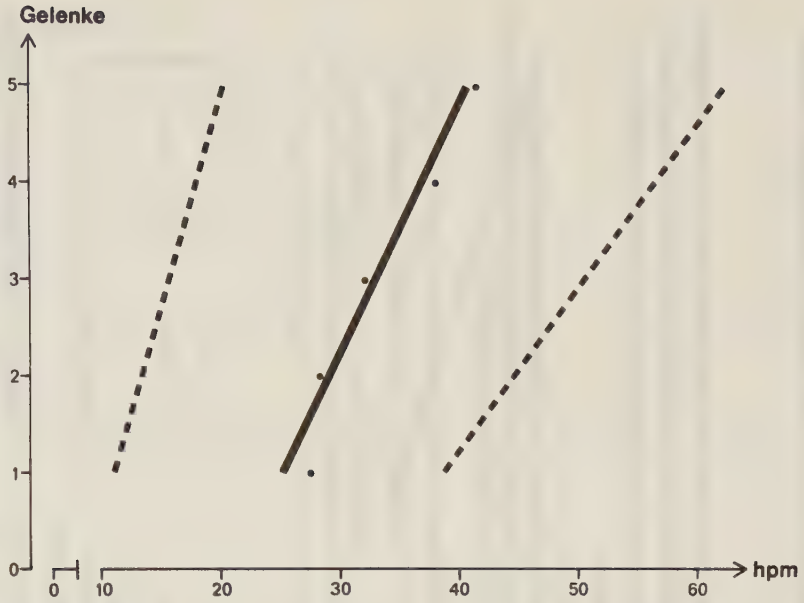

Abbildung 6: Beziehung zwischen hpm und voll ausgeprägter Totenstarre in den einzelnen Gelenken, dargestellt mittels der Regressionsgeraden für die Durchschnittswerte (———) und für die Werte der Standardabweichungen (- - - - -) (1 = Nacken; 2 = Ellenbogen; 3 = Kiefer; 4 = Kniegelenke; 5 = Sprunggelenke)

Die durchschnittlichen Zeiten nach dem Tode mit festem Starrezustand in den Nacken-, Ellenbogen- und Kiefergelenken sind damit signifikant unterschieden von denen der Knie- und Sprunggelenke. Die Mittelwerte der Nacken-, Ellenbogen- und Kiefergelenke, sowie die der Knie- und Sprunggelenke zeigen in sich keine signifikanten Unterschiede.

Ebenso wie für die feste wurden auch für die vollständig gelöste Totenstarre die durchschnittlichen Zeiten nach dem Tode miteinander verglichen. Sie sind in Tabelle 30 zusammengestellt.

Tabelle 30: Mittelwerte und Standardabweichungen der hpm für die vollständig gelöste Totenstarre in den einzelnen Gelenken

Gelenke	Anzahl der Fälle	mittlere[+)] Stunden p.m.	Standard-[+)] abweichung
Nacken	84	54	21
Ellenbogen	40	61	24
Kiefer	39	61	19
Kniegelenke	6	63	8
Sprunggelenke	3	66	8

[+)] gerundete Werte

Für die in Abbildung 7 graphisch wiedergegebenen mittleren hpm-Werte der Einzelgelenke mit vollständig gelöster Starre wurde die Regressionsgerade errechnet. Sie erfüllt die Gleichung $y = 0.34\ x - 17.80$ ($\Sigma xy = 942.65$; $\Sigma x^2 = 18790.55$; $\bar{x} = 61.18$; $\bar{y} = 3.00$). Die Grenzgeraden für die aus den Standardabweichungen der durchschnittlichen Zeiten berechneten Werte sind durch die Funktionen $y = 0.14\ x - 3.34$ und $y = 14.17 - 0.15\ x$ gegeben.

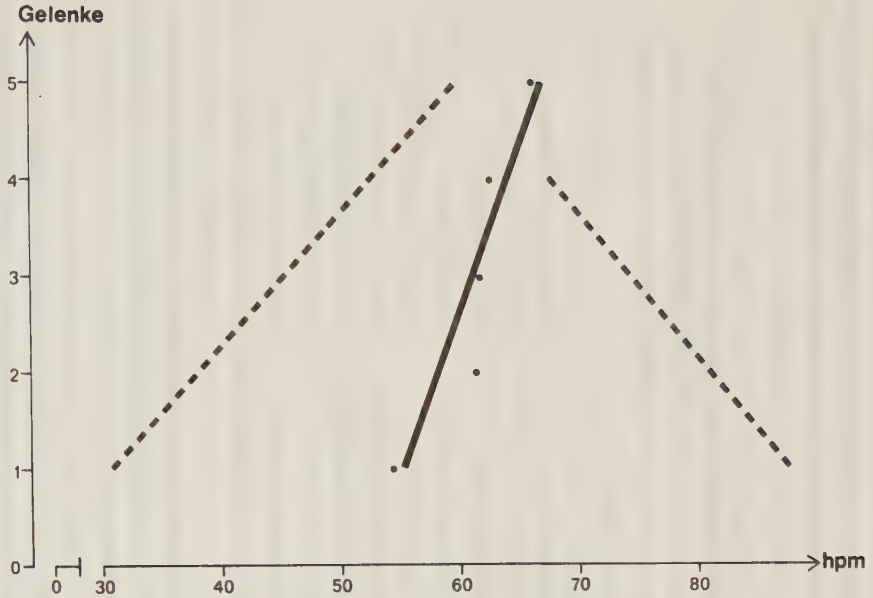

Abbildung 7: Beziehung zwischen hpm und vollständig gelöster Totenstarre in den einzelnen Gelenken, dargestellt mittels der Regressionsgeraden für die Durchschnittswerte (———) und für die Werte der Standardabweichungen (- - - - -) (1 = Nacken; 2 = Ellenbogen; 3 = Kiefer; 4 = Kniegelenke; 5 = Sprunggelenke)

Die Nacken-, Ellenbogen-, Kiefer-, Knie- und Sprunggelenke liegen also nacheinander gelöst vor. Umgekehrt wie bei der Untersuchung über den festen Totenstarrezustand nimmt hier die Anzahl der beobachteten Fälle in der angegebenen Reihenfolge ab. Insgesamt wurden jedoch weniger Fälle durch Mittelwerte erfaßt als bei den Berechnungen über die voll ausgeprägte Starre.

Zur Prüfung auf Signifikanz wurden die Durchschnittswerte der Stunden p.m. für die einzelnen Gelenke untereinander verglichen. Auch hierbei ergaben sich 10 Vergleichsmöglichkeiten:

Nacken/Ellenbogen	nicht signifikant
Nacken/Kiefer	nicht signifikant
Nacken/Kniegelenke	signifikant
Nacken/Sprunggelenke	signifikant
Ellenbogen/Kiefer	nicht signifikant
Ellenbogen/Kniegelenke	nicht signifikant
Ellenbogen/Sprunggelenke	nicht signifikant
Kiefer/Kniegelenke	nicht signifikant
Kiefer/Sprunggelenke	nicht signifikant
Kniegelenke/Sprunggelenke	nicht signifikant

Signifikant unterschieden sind somit nur die Mittelwerte zwischen Nackengelenken einerseits und Knie- bzw. Sprunggelenken andererseits.

Bei der Gegenüberstellung der durchschnittlichen Zeiten nach dem Tode, bei denen die Gelenke (vor Bildung der Totenstarre) locker vorgefunden wurden, mußte auf die Werte für die Knie- und Sprunggelenke verzichtet werden. Bei den Berechnungen über die Kniegelenke konnte kein Mittelwert erhoben werden, da sich nur ein einziger Fall anbot. Der aus fünf Fällen berechnete mittlere hpm-Wert für den lokkeren Zustand der Sprunggelenke (13.08 hpm) wurde im

Vergleich mit den Werten für die übrigen Gelenke als zufällig erkannt und nicht berücksichtigt.

Tabelle 31 erfaßt deshalb lediglich die Durchschnittswerte der Stunden p.m. und deren Standardabweichungen für die Nacken-, Ellenbogen- und Kiefergelenke.

Tabelle 31: Mittelwerte und Standardabweichungen der hpm des noch lockeren Zustandes in den einzelnen Gelenken

Gelenke	Anzahl der Fälle	mittlere[+)] Stunden p.m.	Standard-[+)] abweichung
Nacken	20	19	7
Ellenbogen	7	19	10
Kiefer	8	26	8

[+)] gerundete Werte

Beim Vergleich der mittleren hpm-Werte ergaben sich signifikante Unterschiede bei Nacken und Kiefer, jedoch nicht bei Nacken und Ellenbogen sowie Ellenbogen und Kiefer. (Für den Vergleich der Nacken- und Ellenbogengelenke wurden die Originalwerte, die sich geringfügig voneinander unterschieden, verwendet).

Vergleicht man die für die einzelnen Gelenke berechneten Mittelwerte der Zeiten nach dem Tode für die voll ausgeprägte und vollständig gelöste Totenstarre mit den durch die Regressionsrechnung gewonnenen Ergebnissen für den Gesamtkörper (Tabelle 17), so fällt auf, daß die Einzel-

gelenke insgesamt später als "fest" und früher als "vollständig gelöst" berechnet wurden. Die Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse der festen Totenstarre ergibt sich aus der Überlegung, daß nur dann der Index 500 vorliegen kann, wenn noch kein Gelenk in Lösung begriffen ist, d.h. daß die Zeit des fest totenstarren Gelenkes, welches sich zuerst löst, die obere Grenze der Zeit nach dem Tode für den festen Starrezustand des Gesamtkörpers repräsentiert. Nach den Berechnungen waren die Nackengelenke die sich zuerst lösenden Gelenke. Für ihren fest totenstarren Zustand wurde eine Zeit nach dem Tode von etwa 28 Stunden ermittelt. Die Zeit für den festen Starrezustand des Körpers (Index 500) mußte damit niedriger als 28 Stunden p.m. liegen. Dies konnte durch das erhaltene Ergebnis von 25 Stunden p.m. bestätigt werden. Ähnlich ist die Erklärung für die differierenden Ergebnisse der vollständig gelösten Starre zwischen Einzelgelenken und Gesamtkörper. Hierbei wird eine untere Zeitgrenze durch das Gelenk festgelegt, das zuletzt gelöst vorliegt. Nach den Berechnungen sind die Sprunggelenke etwa 66 Stunden p.m. zuletzt gelöst. Der mittels Extrapolation der Regressionsgeraden gewonnene Zeitpunkt der Lösung aller Körpergelenke ergab sich bei 95 hpm.

Die relativ großen Zeitdifferenzen zwischen den Werten für die vollständig gelöste Totenstarre in den Einzelgelenken und des Ergebnisses für den Gesamtkörper legt die wiederholt geäußerte Vermutung nahe, daß es sich bei den errechneten Zeiten der Gelenke um unterste Grenzwerte handelt. Insbesondere ist dies für die Knie- und Sprunggelenke anzunehmen, da diese, wie die Berechnungen ergeben haben, sich zuletzt lösen. In Abbildung 8 wird deshalb nur das Verhalten der Totenstarre der Nacken-, Ellenbogen- und Kiefergelenke mit den Werten aus den Tabellen 29 - 31 graphisch wiedergegeben.

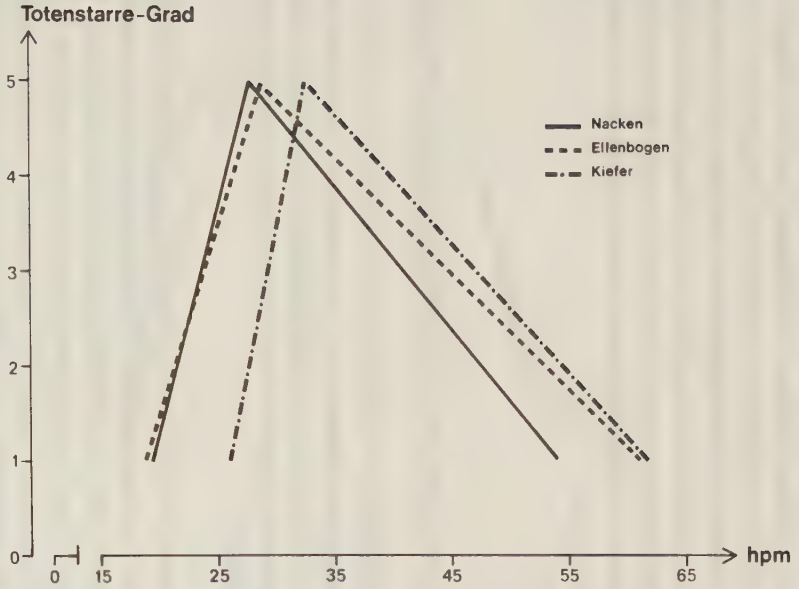

Abbildung 8: Verhalten der Totenstarre in den Nacken-, Ellenbogen- und Kiefergelenken
(1 = locker; 2 = leichter Widerstand; 3 = teigiger Widerstand; 4 = fester Widerstand; 5 = fest)

Aus Abbildung 8 kann jedoch lediglich das Verhalten der drei Gelenke zueinander beurteilt werden. Sie ist indes nicht geeignet, exakte Werte abzulesen, denn die Kurvenverläufe wurden nur aus je drei Mittelwerten erstellt. Nur für die Ellenbogengelenke ließen sich die Mittelwerte der Stunden p.m. für die Starreausprägung zwischen dem lockeren und festen Zustand berechnen. In Abbildung 9 ist der daraus resultierende Kurvenverlauf dargestellt und dem in Abbildung 8 wiedergegebenen Starreablauf der Ellenbogengelenke gegenübergestellt. Die aus mehreren Mittelwerten erhobene Kurve zeigt einen profilierteren Verlauf und deutet im Bereich des festen Totenstarre eine Plateaubildung an.

4. Gliederung nach hpm und Wegdrückbarkeit der Totenflecke

Neben der Erhebung der Totenstarre nahm die der Totenflekke einen größeren Rahmen ein. Im folgenden wird das Verhalten der Totenflecke im allgemeinen und der als wesentlich erscheinende Punkt ihrer Wegdrückbarkeit im besonderen abgehandelt.

Zur Charakterisierung der Totenflecke wurden den Sektionsprotokollen die Angaben über Farbintensität und Ausdehnungsgrad entnommen und als Erhebungspunkte festgehalten. Die Farbintensität der Totenflecke wurde darin mit "schwach gefärbt" bzw."intensiv gefärbt" bezeichnet. Bei der Auszählung der 271 Gesamtfälle ergaben sich drei (1.1 %), bei denen die Totenflecke als schwach gefärbt und 109 (40.2 %), bei denen sie als intensiv gefärbt beschrieben wurden. In 159 Fällen (58.7 %) war die Farbintensität nicht angegeben. Ebenso wurden die Angaben über den Ausdehnungsgrad der Totenflecke, der mit "spärlich ausgebildet" bzw. "kräftig

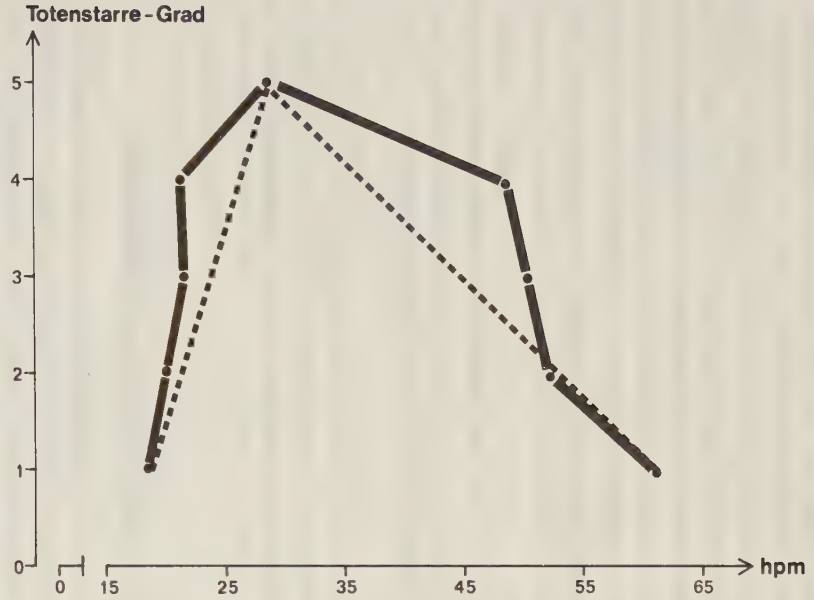

Abbildung 9: Beziehung zwischen hpm und Ausprägungsgrad der Totenstarre für die Ellenbogengelenke (aufgestellt aus neun (———) bzw. drei (-----) Durchschnittswerten) (1 = locker; 2 = leichter Widerstand; 3 = teigiger Widerstand; 4 = fester Widerstand; 5 = fest)

ausgebildet" charakterisiert war, gesichtet. Dabei ergab sich in 43 Fällen (15.9 %), daß die Totenflecke spärlich und in 21 Fällen (7.7 %) kräftig ausgebildet waren. In 207 Fällen (76.4 %) war diese Eigenschaft den Sektionsprotokollen nicht zu entnehmen.

Mit dem Ausdehnungsgrad der Totenflecke wurde lediglich eine allgemeine Aussage getroffen, aus der jedoch nicht das Verteilungsmuster der Totenflecke hervorging. Deshalb war unter der Rubrik "Klassifizierung der Totenflecke" im Erhebungsbogen deren Verteilung auf der Körperoberfläche und in einem weiteren Erhebungspunkt der daraus geschätzte prozentuale Oberflächenanteil aufgeführt. In Tabelle 32 sind die nach Auswertung dieser Erhebungspunkte erhaltenen Ergebnisse dargestellt.

An 30 Fällen (11.1 %) des Gesamtmaterials wurden die als Vibices bezeichneten, bis glasstecknadelkopfgroßen Hautblutungen innerhalb der Totenflecke beobachtet.

Damit war ein grober Überblick über das Verhalten der Totenflecke gewonnen. Anschließend konnte mit der Untersuchung der Beziehung zwischen hpm und Wegdrückbarkeit der Totenflecke begonnen werden.

a) Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck

Bei der Prüfung der Wegdrückbarkeit der Totenflecke wurde in der Regel eine doppelte Technik angewendet. Erstens wurde mittels Daumendruck versucht, die Totenflecke wegzudrükken, und zweitens wurde mit dem Pinzettengriff dieselbe Prüfung vorgenommen. Verschwand bei einer der Methoden der geprüfte Totenfleckbezirk, so wurde die Wegdrückbarkeit als gut bzw. vollständig bezeichnet.

Tabelle 32: Verteilungsmuster der Totenflecke und geschätzter prozentualer Oberflächenanteil

Verteilungsmuster	Anzahl der Fälle		geschätzter prozentualer Oberflächenanteil
	abs.	in %	
Rücken	88	32.5	12
Rücken und Flanken	28	10.3	24
Rücken, Flanken, Nakken und abhängige Partien der Arme und Beine	13	4.8	38
Rücken, Flanken, Nakken und abhängige Partien der Oberarme und Oberschenkel	9	3.3	32
Rücken, Flanken, Nakken und abhängige Partien der Oberarme und Beine	9	3.3	36
Rücken, Flanken und abhängige Partien der Arme und Beine	5	1.8	37
Rücken, Flanken und Nacken	5	1.8	25
Sonstige	90	33.2	.
Ohne Angabe	24	8.9	.
Gesamt	271	99.9	.

Zeigte sich ein Abblassen der Farbintensität, so wurden die Totenflecke als mäßig bzw. unvollständig wegdrückbar gewertet. Kam es weder zu einem Verschwinden noch zu einem Abblassen, so galten sie als nicht mehr wegdrückbar.

In 57 Fällen (21.0 %) des Gesamtmaterials war die Wegdrückbarkeit der Totenflecke mit dem Daumen als gut angegeben. Für die Untersuchung der Beziehung zwischen den hpm und der völlständigen Wegdrückbarkeit konnten davon 45 Fälle (78.9 rel. %) verwendet werden, da aus den restlichen die hpm nicht hervorgingen oder nur geschätzt werden konnten. In Tabelle 33 sind diese Fälle unter Angabe der hpm-Werte zusammengestellt.

Tabelle 33: Fälle mit guter Wegdrückbarkeit der Totenflecke unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der guten Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck				
5.66	13.25	20.75	25.00	33.66
5.92	13.50	21.00	25.00	34.75
7.00	13.50	21.17	27.50	37.50
8.00	14.00	22.00	27.75	37.75
8.00	14.00	22.33	30.50	38.00
8.25	15.00	23.25	30.83	38.75
10.50	17.00	23.25	31.00	39.33
12.25	18.75	23.33	31.75	45.00
12.50	20.25	23.33	32.00	48.25

Der Durchschnittswert der Zeit nach dem Tode, bei dem die Totenflecke mit dem Daumen gut wegdrückbar waren, berechnete sich zu 22.93 Stunden. Die Standardabweichung betrug 10.96 Stunden (Σx^2 = 29075.92).

75 Fälle (27.7 %) zeigten bei der Prüfung der Totenflecke auf Daumendruck ein Abblassen. Nach Vernachlässigung der Fälle, bei denen die hpm nicht exakt bekannt waren, verblieben für die Berechnungen 61 Fälle (81.3 rel. %). Tabelle 34 gibt die Stunden p.m. der Fälle mit mäßiger bzw. unvollständiger Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck wieder.

Tabelle 34: Fälle mit mäßiger Wegdrückbarkeit der Totenflecke unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der mäßigen Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck				
7.75	26.00	35.75	45.00	59.50
11.00	26.66	36.00	46.50	60.66
15.25	27.83	37.83	46.50	63.75
15.58	28.50	38.37	47.25	64.42
16.42	29.00	39.00	47.75	65.17
18.33	29.50	40.25	48.08	65.66
19.25	31.00	40.75	49.42	67.00
19.25	31.00	41.00	50.50	68.66
19.50	32.00	41.25	53.75	81.75
20.50	32.50	41.66	55.00	
21.75	34.00	42.25	57.00	
23.00	34.25	43.50	58.25	
23.25	35.42	44.42	58.50	

Für die 61 Fälle der Tabelle 34 konnte eine mittlere Zeit von 39.52 Stunden p.m. mit einer Standardabweichung von 16.41 Stunden (Σx^2 = 111687.77) berechnet werden.

Nicht mehr mit dem Daumen wegdrückbar waren die Totenflecke bei 66 Fällen (24.4 %). Davon konnten 53 Fälle (80.3 rel. %) bei den sich anschließenden Berechnungen verwendet werden. Tabelle 35 gibt diese Fälle unter Angabe der hpm wieder.

Tabelle 35: Fälle, bei denen die Totenflecke nicht mehr wegdrückbar waren, unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m., bei denen die Totenflecke auf Daumendruck nicht mehr wegdrückbar waren				
17.50	38.08	53.50	64.17	82.42
18.00	38.17	53.50	64.17	85.50
20.92	39.00	55.00	66.00	88.17
27.50	46.50	56.00	66.00	91.50
27.83	47.83	57.50	67.25	106.50
28.75	50.50	58.00	72.00	109.75
28.75	50.50	58.25	72.08	110.50
29.25	50.75	60.00	72.83	111.00
30.66	51.00	61.08	75.00	111.66
34.00	51.63	62.33	75.17	
35.50	52.25	63.00	77.92	

Der aus den in Tabelle 35 angegebenen Zeiten nach dem Tode berechnete Durchschnittswert ergab sich zu 58.92 Stunden p.m. und die Standardabweichung mit 24.31 Stunden (Σx^2 = 215284.97).

In 73 Fällen (26.9 %) war die Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck nicht geprüft worden.

b) Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck

Die Wegdrückbarkeit bei Pinzettendruck wurde ebenso wie die auf Daumendruck hinsichtlich ihrer zeitlichen Abhängigkeit geprüft.

Von den 148 Fällen (54.6 %), bei denen die Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck mit gut beschrieben war, wurden nach Eliminierung der Fälle mit unexakt angegebenen hpm 122 Fälle (82.4 rel. %) untersucht. In Tabelle 36 sind diese Fälle unter Angabe der Stunden p.m. aufgeführt.

Für die in Tabelle 36 angegebenen hpm-Werte, bei denen eine gute bzw. vollständige Wegdrückbarkeit der Totenflecke mit dem Pinzettengriff zu beobachten war, berechnete sich ein Durchschnittswert von 35.16 hpm mit einer Standardabweichung von 18.36 Stunden (Σx^2 = 191953.85).

Von den 31 Fällen (11.4 %) des Gesamtmaterials mit unvollständiger Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck verblieben 26 (83.9 rel. %) für die Berechnungen des Mittelwerts der hpm und der Standardabweichung. Aus Tabelle 37 sind sie ersichtlich.

Tabelle 36: Fälle mit guter Wegdrückbarkeit der Totenflecke unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der guten Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck						
5.66	15.58	23.25	30.83	37.83	46.50	60.00
5.92	16.42	23.25	31.00	38.00	46.50	60.66
7.00	17.00	23.25	31.00	38.17	47.25	63.75
7.75	17.50	23.33	31.00	38.37	47.75	64.42
8.00	18.33	23.33	31.75	38.75	48.08	65.17
8.00	18.75	25.00	32.00	39.00	48.25	65.66
8.25	19.25	25.00	32.00	39.00	49.42	66.00
10.50	19.25	26.00	32.50	39.33	50.50	67.00
11.00	19.50	26.66	33.66	40.25	51.63	68.66
12.25	20.25	27.50	34.00	40.75	52.25	72.08
12.50	20.50	27.75	34.25	41.00	53.50	75.00
13.25	20.75	27.83	34.75	41.25	53.75	79.75
13.50	21.00	28.50	34.75	41.66	55.00	81.75
13.50	21.17	29.00	35.42	42.25	56.00	91.50
14.00	21.75	29.25	35.75	43.50	57.00	
14.00	22.00	29.50	36.00	44.42	58.25	
15.00	22.33	30.50	37.50	45.00	58.50	
15.25	23.00	30.66	37.75	45.00	59.50	

Tabelle 37: Fälle mit mäßiger Wegdrückbarkeit der Totenflecke unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m. der mäßigen Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck				
18.00	46.50	55.00	64.17	85.50
27.50	50.50	58.00	64.17	88.17
27.83	50.75	61.08	66.00	109.75
34.00	51.00	62.33	67.25	110.50
35.50	53.50	63.00	82.42	111.00
38.08				

Der Mittelwert der hpm für die Fälle mit mäßiger Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck errechnete sich zu 60.83. Dabei betrug die Standardabweichung 24.66 Stunden (Σx^2 = 112013.91).

Lediglich in 17 Fällen (6.3 %) konnten die Totenflecke durch Pinzettendruck nicht mehr weggedrückt werden. Nachdem die Fälle herausgenommen waren, bei denen die hpm nicht exakt angegeben werden konnten, verblieben 12 Fälle (70.6 rel. %) für die Berechnungen. Sie sind in Tabelle 38 unter Angabe der Zeiten nach dem Tode zusammengestellt.

Tabelle 38: Fälle, bei denen die Totenflecke nicht mehr wegdrückbar waren, unter Angabe der Stunden p.m.

Stunden p.m., bei denen die Totenflecke auf Pinzettendruck nicht mehr wegdrückbar waren			
20.92	47.83	72.00	77.92
28.75	57.50	72.83	106.50
28.75	58.25	75.17	111.66

Der Durchschnittswert für die in Tabelle 38 angegebenen Einzelwerte der hpm berechnete sich zu 63.17. Die Standardabweichung ergab sich zu 27.70 Stunden (Σx^2 = 57098.26).

Bei der Berechnung der Beziehung zwischen den hpm und der Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck konnten 75 Fälle (27.7 %) nicht mit einbezogen werden, da bei ihnen keine Prüfung erfolgt war.

Die Ergebnisse für das zeitlich bedingte, unterschiedliche Verhalten der Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumen- und Pinzettendruck sind in Tabelle 39 zusammengefaßt dargestellt.

Tabelle 39: Wegdrückbarkeit der Totenflecke unter Daumen- und Pinzettendruck

Wegdrückbarkeit der Totenflecken										+)
Methode	gut			mäßig			nicht mehr			
	N	$\bar{x}$	s_x	N	$\bar{x}$	s_x	N	$\bar{x}$	s_x	
Daumendruck	45	22.93	10.96	61	39.52	16.41	53	58.92	24.31	
Pinzettendruck	122	35.16	18.36	26	60.83	24.66	12	63.17	27.70	

+) N = Anzahl der Fälle
$\bar{x}$ = mittlere Zeit nach dem Tode
s_x = Standardabweichung

Zur Prüfung auf Signifikanz der Mittelwertdifferenzen wurde der t-Test angewendet. Dabei mußten die Mittelwerte einer Methode untereinander sowie die beider Prüfungen miteinander verglichen werden.

Die drei durchschnittlichen hpm-Werte, bei denen auf Daumendruck die Totenflecke gut, mäßig oder nicht mehr wegdrückbar waren, verhielten sich untereinander signifikant ($P < 0.001$). Das gleiche Resultat ($P < 0.001$) ergab sich bei guter und mäßiger bzw. guter und nicht mehr vorhandener Wegdrückbarkeit auf Pinzettendruck. Nicht signifikant war der Unterschied zwischen den Mittelwerten, bei denen die Totenflecke auf Pinzettendruck mäßig und nicht mehr wegdrückbar waren ($0.80 < P < 0.90$).

Signifikante Unterschiede der mittleren hpm konnten auch beim gegenseitigen Vergleich für die gute und die mäßige Wegdrückbarkeit der Totenflecke nachgewiesen werden ($P < 0.001$). Nicht signifikant unterschieden waren dagegen die durchschnittlichen hpm-Werte, bei denen mit beiden Prüfmethoden die Totenflecke nicht mehr wegdrückbar waren ($0.60 < P < 0.70$).

Es konnten also immer dann keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden, wenn mit dem Mittelwert für die nicht mehr vorhandene Wegdrückbarkeit auf Pinzettendruck verglichen wurde. Aus Tabelle 39 geht hervor, daß dieser Wert relativ gering von den beim t-Test herangezogenen Vergleichszeiten unterschieden ist. Dies läßt vermuten, daß der Mittelwert für die Zeit nach dem Tode, bei dem auf Pinzettendruck die Totenflecke nicht mehr wegdrückbar waren, zu niedrig ist. Die Erklärung hierfür würde sich aus der nach oben hin zeitlich begrenzten Auswahl der Fälle anbieten.

In Abbildung 10 ist das Verhalten der Totenflecke bei der Prüfung auf Daumendruck graphisch dargestellt. Man erkennt eine nahezu lineare Abnahme der Wegdrückbarkeit der Totenflecke mit zunehmender Zeit nach dem Tode.

In gleicher Weise ist in Abbildung 11 das Verhalten der Totenflecke bei der Prüfung auf Pinzettendruck wiedergegeben. Wie oben vermutet, geht auch aus der graphischen Darstellung hervor, daß der berechnete Wert der Zeit nach dem Tode für die nicht mehr vorhandene Wegdrückbarkeit mit dem Pinzettengriff zu niedrig ist. Auch bei der Prüfung der Totenflecke mit der Pinzette sollte man eine lineare Abnahme der Wegdrückbarkeit mit zunehmender Zeit nach dem Tode erwarten, da sich die beiden Prüfmethoden lediglich quantitativ unterscheiden. Deshalb ist in

Abbildung 11 neben dem berechneten Verhalten eine durch Extrapolation gewonnene lineare Abhängigkeit dargestellt. Abbildung 12 stellt schließlich das Verhalten der Totenflecke bei Daumen- und Pinzettendruck gegenüber.

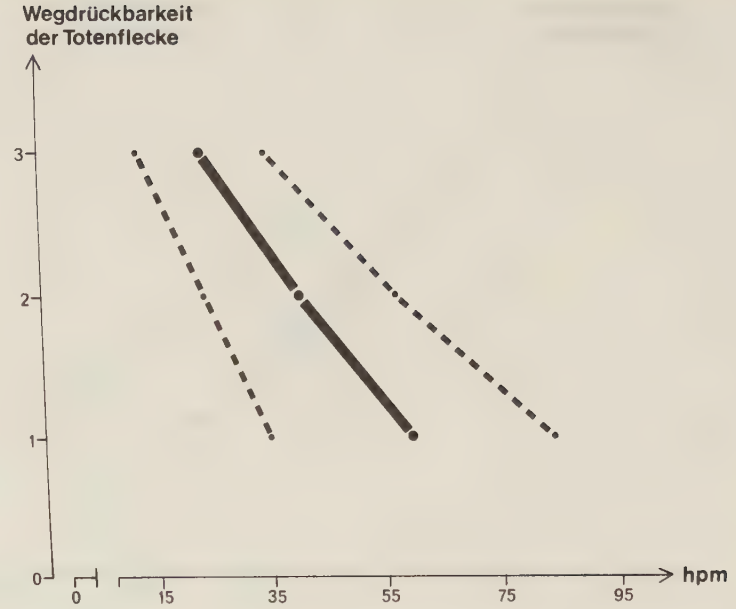

Abbildung 10: Beziehung zwischen den mittleren Werten (———) und den Werten der Standardabweichungen (-----) der hpm und der Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck (1 = nicht mehr wegdrückbar; 2 = unvollständig wegdrückbar; 3 = vollständig wegdrückbar)

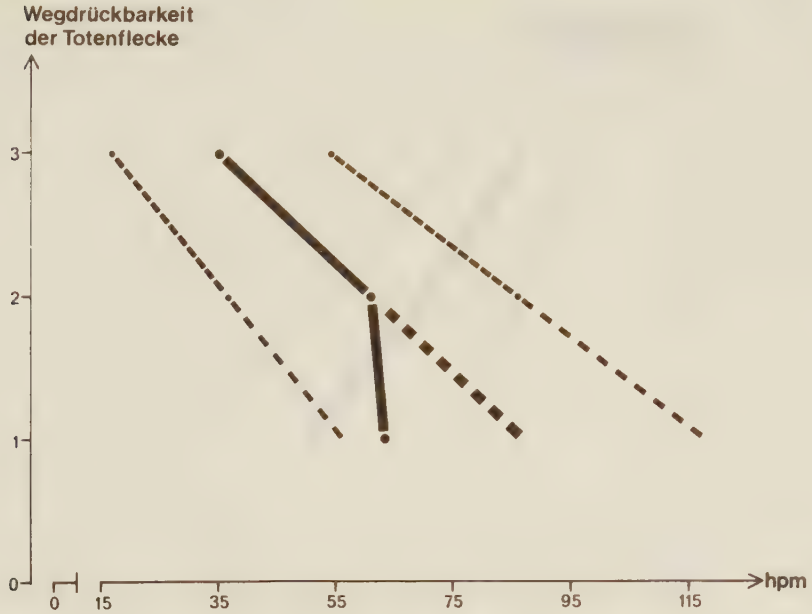

Abbildung 11: Beziehung zwischen den mittleren Werten (———) und den Werten der Standardabweichungen (- - - - -) der hpm und der Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Pinzettendruck (1 = nicht mehr wegdrückbar; 2 = unvollständig wegdrückbar; 3 = vollständig wegdrückbar) (extrapolierter Anteil der Geraden schwächer dargestellt)

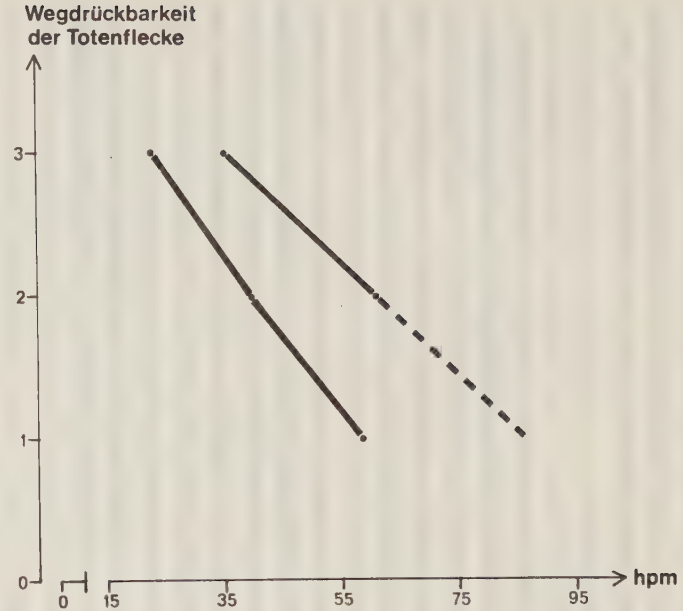

Abbildung 12: Beziehung zwischen hpm und Wegdrückbarkeit der Totenflecke auf Daumendruck und Pinzettendruck (extrapolierter Anteil der Geraden für die Wegdrückbarkeit auf Pinzettendruck gestrichelt dargestellt) (1 = nicht mehr wegdrückbar; 2 = unvollständig wegdrückbar; 3 = vollständig wegdrückbar)

IV. DISKUSSION

Nach dem einleitenden Überblick über Totenstarre und Totenflecke war aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit eine für gerichtsmedizinische Belange genaue Bestimmung der Todeszeit nicht zu erwarten. Die statistische Auswertung der beiden postmortalen Veränderungen an 271 Fällen ergab in allen untersuchten Punkten so große Variationsbreiten, daß lediglich bei besonders gelagerten Verhältnissen eine Aussage über den Todeszeitpunkt getroffen werden kann.

Von den auf die Totenstarre einflußnehmenden Faktoren wurden das Lebensalter und Geschlecht herausgegriffen. Es ließ sich bestätigen, daß die Starre bei Leichen mit geringem Lebensalter schwächer als bei Erwachsenen ausgebildet wird (HANSEN, 1965). Die statistische Untersuchung ergab signifikante, altersbedingte Unterschiede zwischen Neugeborenen, Säuglingen und älteren Personen. Dabei war die Lösungsgeschwindigkeit dem Ausbildungsgrad der Totenstarre proportional. Den Feststellungen v. HOFMANNs (1877) und MITTENZWEIGs (1878), nach denen die Totenstarre bei jüngsten Individuen kürzer verlaufen soll, kann somit nur bedingt gefolgt werden. Es ist nicht grundsätzlich anzunehmen, daß eine schwach entwickelte Totenstarre auch schnell gelöst ist, denn ihre Lösungsgeschwindigkeit steht in direktem Verhältnis zur Ausbildungsstärke.

Im Verhalten der Totenstarre konnte eine signifikante Geschlechtsabhängigkeit nachgewiesen werden. Männer zeigten gegenüber Frauen eine kräftigere Ausbildung und einen größeren zeitlichen Abfall der Starre, d.h. der Starregrad verringert sich schneller. Somit waren auch hier Lösungsgeschwindigkeit und maximal entwickelte Totenstarre

einander proportional.

Durch die statistische Auswertung konnte also in den unterschiedenen Altersbereichen und bei beiden Geschlechtern ein einheitliches Lösungsprinzip der Totenstarre festgestellt werden. Da die Totenstarre von den Muskeln ausgeht (NYSTEN, 1811), ist anzunehmen, daß sie bei muskelkräftigen Leichen intensiver entwickelt wird. Die altersbedingten und geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Ausbildungsstärke ließen sich auf diese Weise interpretieren. Ganz nach der Entwicklung der Muskulatur ist mit einer kräftigeren oder schwächeren Ausbildung der Totenstarre zu rechnen. Letztlich hängt diese physikalische Zustandsänderung des Leichenmuskels von dessen postmortalem Stoffwechsel ab (BATE-SMITH und BENDALL, 1947; SZENT-GYÖRGI, 1951; DOERING, KORINTH und SCHMIDT, 1962). Es wäre somit zu vermuten, daß je nach Muskelmasse die biochemischen Vorgänge quantitativ unterschiedlich ablaufen. Unter diesem Gesichtspunkt wäre eine Proportionalität zwischen entwickelter Totenstarre und postmortaler Stoffwechselgröße anzunehmen und damit nicht nur der unterschiedliche, konstitutionsbedingte Ausprägungsgrad der Totenstarre erklärt, sondern auch dessen Proportionalität zur Lösungsgeschwindigkeit. Es muß dabei offen gelassen werden, ob die Lösung der Totenstarre durch eine Erschöpfung des postmortalen Stoffwechsels oder durch spezifische biochemische Vorgänge hervorgerufen wird.

Lang anhaltende Totenstarre wurde nach v. HOFMANN (1877), LOCHTE (1923) und MÜLLER-HEß (1923) an muskelkräftigen Leichen beobachtet. Damit sind die eigenen Feststellungen nicht in Frage gestellt; denn mit der Lösungsgeschwindigkeit ist keine Aussage über den Zeitpunkt der vollständigen Lösung gemacht. Bei muskelkräftigen Leichen entwickelt sich eine kräftige Totenstarre, die - wie bereits erörtert - in der Zeiteinheit stark abfällt. Die vollständige Lösung braucht

deshalb nicht unbedingt früher erfolgen als bei schwach entwickelter, langsam abfallender Totenstarre.

In Anlehnung an die in Tabelle 1 wiedergegebenen Berechnungen (MALLACH, 1964) wurde das Gesamtmaterial statistisch ausgewertet. Es interessierte zuerst der Zeitpunkt, bei dem die Totenstarre voll ausgeprägt war. In Tabelle 40 ist das eigene Ergebnis den von MALLACH (1964) berechneten Werten gegenübergestellt.

Tabelle 40: Darstellung der Ergebnisse für die voll ausgeprägte Totenstarre in den verschiedenen Statistiken

	mittlere hpm	Standard-abweichung	Anzahl der Fälle absolut	Anzahl der Fälle in %
v. Hofmann (1877)+)	48	14	117	65
Mallach (1962)	57	27	57	25
Literaturquellen+) von 1811 - 1960	57	14	.	.
Mittmeyer (1969)	25	12	24	9

+) statistische Berechnung erfolgte durch Mallach

Die Unterschiede der in Tabelle 40 aufgeführten mittleren hpm-Werte wurden mit dem t-Test auf Signifikanz überprüft. Dabei stellte sich heraus, daß der Unterschied zwischen dem eigenen Ergebnis und den bei v. HOFMANN (1877) und MALLACH (1962) angegebenen Werten signifikant ist ($P<0.001$). Selbst der Vergleich zwischen den mittleren hpm-Werten von MALLACH (1962) und von v. HOFMANN (1877) ergibt einen signifikanten Unterschied ($0.02<P<0.01$). Eine Signifikanzprüfung mit dem Mittelwert aus 28 Literaturquellen von 1811 bis 1960 ist indes nicht möglich, da die Anzahl der jeweils berücksichtigten Fälle unbekannt ist.

Es liegen somit mindestens drei verschiedene Aussagen über den Zeitpunkt vor, bei dem die Totenstarre durchschnittlich voll ausgeprägt ist. Dafür lassen sich verschiedene Erklärungen finden. Im ungünstigsten Fall muß angenommen werden, daß der maximale Ausprägungsgrad der Totenstarre großen zeitlichen Schwankungen unterliegt. Unter diesem Gesichtspunkt hätten die Untersucher zu den verschiedenen Ergebnissen kommen können. Dem widerspricht jedoch die Tatsache, daß die Standardabweichungen - mit Ausnahme der von MALLACH (1962) berechneten - relativ klein sind. Bei kleinen Statistiken - wie den vorliegenden - könnte jedoch ein relativ einheitliches Verhalten rein zufällig vorgetäuscht werden. Wenn aber mehrere Statistiken zwar untereinander verschiedene, jedoch in sich relativ einheitliche Ergebnisse zeigen, so ist es sehr unwahrscheinlich, daß dies auf einem Zufall beruht.

Es muß sich also eine andere Erklärungsmöglichkeit für die unterschiedlichen Ergebnisse finden lassen. Vergleicht man in Tabelle 40 die Anzahl der Fälle, bei denen von den verschiedenen Untersuchern vollständig ausgeprägte Totenstarre diagnostiziert wurde, so sieht man, daß sich das eigene Ergebnis auf die geringste und das bei v. HOFMANN (1877) angegebene auf die größte Fallzahl stützt. Dabei interessiert weniger der absolute, als vielmehr der prozentuale Anteil der beobachteten Fälle am Gesamtmaterial. Es ist daraus ersichtlich, daß die unteren zeitlichen Beobachtungsgrenzen vollständig ausgeprägter Totenstarre (mittlere hpm abzüglich der entsprechenden Standardabweichung) sich proportional zum Prozentanteil der berücksichtigten Fälle verhalten.

Diese Feststellung wäre wie folgt zu interpretieren. Die unterschiedlichen Ergebnisse erklären sich aus der subjektiven Bewertung des als "vollständig ausgeprägte Totenstarre" in die Berechnungen einbezogenen Starrezustandes.

Während v. HOFMANN (1877) in 65 % aller Fälle vollständig ausgeprägte Totenstarre diagnostizierte, kam MALLACH (1962) nur in 25 % der Fälle zu dem gleichen Ergebnis. Das eigene Resultat basiert lediglich auf 9 % des Gesamtmaterials. Dabei verhalten sich die unteren Zeitgrenzen wie 34:30:13 hpm. Je strenger der Bewertungsmaßstab bei den Stichprobenuntersuchungen angelegt wurde, desto früher errechnete sich der Zeitpunkt für die voll ausgeprägte Totenstarre. In vorliegender Arbeit wurde nur dann die Totenstarre als voll ausgeprägt bezeichnet, wenn alle zu prüfenden Gelenke fest waren. Es ist zu vermuten, daß eine entsprechend strenge Auswahl den Ergebnissen v. HOFMANNs (1877) und MALLACHs (1962) nicht zugrunde liegt.

Das eigene Ergebnis weist die geringste Variationsbreite auf und ermöglicht,in rund 10 % der Fälle ein relativ kleines Todeszeitintervall anzugeben. Es ist jedoch nur dann in die Praxis übertragbar, wenn alle Gelenke in fest totenstarrem Zustand vorgefunden werden, und wenn es sich um Leichen mit einem Lebensalter von mindestens 10 Jahren handelt. Die praktische Anwendung des Ergebnisses ist allerdings fragwürdig, weil es dem Ermessen des einzelnen Untersuchers überlassen bleibt, bei der Prüfung der Gelenke voll ausgeprägte oder unvollständige Totenstarre zu konstatieren.

Entsprechend den Untersuchungen über die vollständige Totenstarre interessierte auch der Zeitpunkt, an dem sie wieder völlig gelöst war. In Tabelle 41 ist das eigene Ergebnis den Ergebnissen früherer Statistiken gegenübergestellt.

Eine Prüfung auf Signifikanz der Mittelwertdifferenzen war nur für die bei v. HOFMANN (1877) und bei MALLACH (1962) aufgeführten Ergebnissen möglich. Dabei ergaben sich die mittleren hpm als signifikant verschieden ($P<0.001$). Da das eigene Ergebnis durch Extrapolation gewonnen wurde und

damit die Fallzahl nicht bekannt war, ließ sich der t-Test nicht anwenden. Vergleicht man in Tabelle 41 die mittleren hpm-Werte und deren Standardabweichung, so zeigt das bei v. HOFMANN (1877) dargestellte Ergebnis die größte Abweichung. Der Zeitwert seiner oberen Standardabweichung wird nur von dem unteren Standardabweichungswert aus den Literaturquellen von 1811 bis 1960 unterschritten. Weiterhin fällt auf, daß das eigene Ergebnis - umgekehrt wie beim Vergleich der Werte für die voll ausgeprägte Starre - die Totenstarre zum spätesten Zeitpunkt als vollständig gelöst angibt und die Standardabweichung am größten ist.

Tabelle 41: Darstellung der Ergebnisse für die vollständig gelöste Totenstarre in den verschiedenen Statistiken

	mittlere hpm	Standard-abweichung	Anzahl der Fälle absolut	Anzahl der Fälle in %
v. Hofmann (1877)+)	50	6 1/4	13	7
Mallach (1962)	86	29	54	22
Literaturquellen+) von 1811 - 1960	76	32	.	.
Mittmeyer (1969)	95	36	.	.

+) statistische Berechnung erfolgte durch Mallach

Es liegen also vier verschiedene Zeitangaben über die vollständige Lösung der Totenstarre vor. Dabei unterscheidet sich das eigene Ergebnis sowohl im mittleren hpm-Wert als auch in der Standardabweichung am stärksten von den Resultaten von v. HOFMANN (1877). Dafür gibt es verschiedene Erklärungsmöglichkeiten. Da die einzelnen Ausprägungsgrade der Totenstarre großen zeitlichen Schwankungen unterliegen, kann auch schon bei relativ geringem Leichenalter vollständig

gelöste Totenstarre vorgefunden werden. Erfolgt die Prüfung der Totenstarre (Stichprobe) im unteren zeitlichen Streubereich, so erhält man einen niederen "mittleren" Zeitwert. Entsprechend muß die Standardabweichung klein sein. Der wahre Mittelwert der hpm läßt sich jedoch nur dann berechnen, wenn die Totenstarre innerhalb der gesamten zeitlichen Variationsbreite geprüft wird. Dann ist auch mit einer größeren Standardabweichung zu rechnen. Eine weitere Fehlermöglichkeit ergibt sich dadurch, daß mit einer einzigen Prüfung der Totenstarre nicht entschieden werden kann, ob sie schon vollständig gelöst ist oder noch gar nicht eingesetzt hat. Aus diesem Grunde wäre ebenfalls eine zu frühe Zeitangabe für die vollständig gelöste Totenstarre zu vermuten. Dabei wäre jedoch eine große zeitliche Streuung zu erwarten. Schließlich ist auch hier darauf hinzuweisen, daß es sich bei dem Urteil "vollständig gelöst" um eine subjektive Einschätzung der Totenstarre handelt.

Bei der eigenen statistischen Untersuchung ergaben sich vier Fälle, bei denen vollständig gelöste Totenstarre angenommen werden konnte. Ihr mittlerer Zeitwert berechnete sich zu 62 hpm. Da die Beobachtungszeit des Totenstarreablaufs nach oben hin begrenzt war, mußte angenommen werden, daß dieser Wert das frühestmögliche Auftreten der vollständig gelösten Totenstarre repräsentierte. Der wahre Mittelwert wurde deshalb durch Extrapolation bestimmt. Dabei wurde eine lineare Abnahme der Totenstarre vorausgesetzt. Inwieweit dies zutrifft, läßt sich letztlich nicht entscheiden. Bei Annahme eines exponentiellen Abfalls wäre jedoch die völlige Lösung der Starre noch später zu erwarten, so daß von allen Statistiken das eigene Ergebnis dem wahren Wert am nächsten stehen würde. Durch die Extrapolation wurde andererseits die Fehlermöglichkeit umgangen, Fälle im starrefreien Intervall in die Berechnungen für die voll-

ständig gelöste Totenstarre einzubeziehen. Ein ähnlicher nicht vermeidbarer Fehler kann aber dadurch entstanden sein, daß zur Berechnung der Regressionsgeraden, die extrapoliert wurde, alle Fälle herangezogen wurden, die ein Leichenalter von mehr als 11 hpm aufwiesen. Mit dieser willkürlich festgelegten Zeitgrenze dürften jedoch nicht alle Fälle ausgeschlossen worden sein, bei denen die Totenstarre noch in Bildung begriffen war. Das bedeutet, daß die berechnete Regression und damit ihr extrapolierter Anteil in Wirklichkeit flacher abfallen, d.h. die Totenstarre langsamer gelöst wird, und deshalb zu einem noch späteren Zeitpunkt die vollständige Lösung der Totenstarre zu erwarten ist. Deshalb ist anzunehmen, daß der Zeitpunkt der vollständig gelösten Totenstarre (alle Gelenke locker) eher noch später anzusetzen ist als der eigene Durchschnittswert von 95 hpm.

Aus den Tabellen 40 und 41 ist ersichtlich, daß die eigenen Ergebnisse für die voll ausgeprägte und gelöste Totenstarre das größte Zeitintervall überspannen. Es darf angenommen werden, daß dies auf der genaueren Begutachtung der Totenstarre beruht. In den anderen Statistiken wurde der Ausprägungsgrad der Totenstarre in die drei Kategorien "voll ausgeprägt", "in Lösung begriffen" und "vollständig gelöst" eingeteilt. Der vorliegenden Arbeit liegt dagegen eine Differenzierung der Totenstarre in "locker", "leichter Widerstand", "teigiger Widerstand", "fester Widerstand" und "fest" zugrunde. Der Vorteil einer stärkeren Untergliederung der Totenstarreausprägung liegt auf der Hand. Es werden dadurch exaktere Ergebnisse gewonnen. Andererseits erfordert sie eine gewisse Übung in der Begutachtung. Es wird sich jedoch nicht vermeiden lassen, daß verschiedene Prüfer gleiche Ausprägungsgrade unterschiedlich beurteilen. In der vorliegenden Arbeit ist diese Fehlermöglichkeit weitgehend umgangen worden, indem nur die Sektionsprotokolle eines Begutachters

statistisch ausgewertet wurden.

Neben der Lösung der Totenstarre im allgemeinen war es wichtig zu wissen, in welcher zeitlichen Reihenfolge dieser Vorgang die einzelnen Gelenke ergreift. Es war indes nur möglich, die häufigsten Wege aufzuzeigen. Die statistische Untersuchung ergab, daß sich die Nackengelenke am frühesten zu lösen beginnen. Es folgten darauf entweder die Ellenbogen- oder die Kiefergelenke, seltener beide gemeinsam. Zum Teil löste sich die Starre auch zuerst in den Ellenbogen. Die Knie- und Sprunggelenke wurden vom Lösungsvorgang zuletzt ergriffen. Die Ergebnisse sind dahingehend zusammenzufassen, daß sich im allgemeinen Nacken-, Ellenbogen-, Kiefer-, Knie- und Sprunggelenke nacheinander lösen. Wie später gezeigt werden wird, ist dies dieselbe Reihenfolge, in der die entsprechenden Gelenke voll ausgebildete Totenstarre erreichen. Insofern lassen sich die Aussagen verschiedener Untersucher (HANSEN, 1965 u.a.) bestätigen, daß die Totenstarre sich in der gleichen Reihenfolge löst, wie sie entsteht. Jedoch weicht die in der vorliegenden Arbeit ermittelte Reihenfolge von der üblich angenommenen ab. Im Zusammenhang mit der Diskussion über die einzelnen Gelenke wird hierauf ausführlich eingegangen werden. Einschränkend muß darauf hingewiesen werden, daß die aufgezeigten Wege anhand eines geringen Fallmaterials ermittelt wurden. Andererseits können Manipulationen an der Leiche, wie sie beim Transport oder Entkleiden unvermeidlich entstehen, eine gewaltsame Lösung der Totenstarre einleiten. Unter diesen Fehlermöglichkeiten sind die angegebenen Lösungswege kritisch zu beurteilen.

Außer der gemeinsamen Betrachtung aller prüfbaren Gelenke interessierte auch der Totenstarreablauf in jedem einzelnen Gelenk. Nacken-, Kiefer-, Ellenbogen-, Knie- und Sprunggelenke wurden deshalb gesondert ausgewertet. Es galt die

Beziehung zwischen Leichenalter und Ausprägung der Totenstarre für jedes Gelenk zu bestimmen. Den Tabellen 29, 30 und 31 sind die berechneten Ergebnisse für die voll ausgeprägte und vollständig gelöste Totenstarre sowie den noch lockeren Zustand der Gelenke zu entnehmen. Es konnte gezeigt werden, daß nacheinander die Nacken-, Ellenbogen-, Kiefer-, Knie- und Sprunggelenke fest totenstarr werden. Die mittleren hpm-Werte der Gelenke in der oberen Körperhälfte unterschieden sich signifikant von denen der unteren Körperhälfte. In der gleichen Reihenfolge lagen die Gelenke auch wieder gelöst vor. Ferner konnte gezeigt werden, daß dasjenige Gelenk, welches sich zuerst zu lösen beginnt, auch als erstes vollständig gelöst vorliegt. Dadurch werden die oben angegebenen Lösungswege bestätigt. Signifikant verhielten sich dabei lediglich die Unterschiede der mittleren hpm zwischen Nackengelenken einerseits und Knie- bzw. Sprunggelenken andererseits. Einschränkend kann für die vollständige Lösung wiederum angeführt werden, daß durch Manipulationen an der Leiche falsche Ergebnisse vorgetäuscht werden können.

Die Ergebnisse über den fest totenstarren Gelenkszustand bieten sich zum Vergleich mit früheren Beobachtungen an. Eine "absteigende", sogenannte Nystensche Reihe (beschrieben von DEVERGIE, 1841) läßt sich insofern bestätigen, als nach der Bildung der Totenstarre in der oberen Körperhälfte, die in der unteren folgt. Nicht nachzuvollziehen ist hingegen die zeitliche Dominanz der Kiefergelenke, wie sie unter anderen von MEIXNER (1923), MERKEL (1930) und PONSOLD (1967) angegeben wird. Auch bei den insbesondere von LARCHER (1862) und MASCHKA (1882) herausgestellten Ausnahmen werden die Kiefergelenke als die zuerst totenstarren Gelenke beschrieben. In der eigenen Bewertungsskala liegen die Kiefergelenke sowohl in der Bildung als auch in der Lösung der Totenstarre nach den Nacken- und Ellenbogengelenken

an dritter Stelle. Damit werden die Angaben im Schrifttum keineswegs in Frage gestellt. Die eigene Statistik untersucht das durchschnittliche Verhalten der Totenstarre. Sie kommt somit zu einer Aussage über den häufigsten Ablauf der Starre. Es kann jedoch dadurch nicht ausgeschlossen werden, daß es auch andere, seltenere Wege gibt. Wenn also HANSEN (1965) einen "aufsteigenden Typ" der Totenstarre beschreibt oder andere Untersucher zu dem Ergebnis kommen, daß die Totenstarre in den Kiefergelenken beginnt, so können diese Möglichkeiten durchaus existieren. Nach dem eigenen Ergebnis kann es sich dabei aber nicht um die allgemeine Regel handeln.

Es bleibt zu deuten, warum die Totenstarre im allgemeinen nacheinander Nacken-, Ellenbogen-, Kiefer-, Knie- und Sprunggelenke ergreift und in Ausnahmefällen ein anderer Ablauf zu beobachten ist. Um eine Erklärungsmöglichkeit zu geben, muß auf verschiedene Untersuchungsergebnisse zurückgegriffen werden.

Nach dem Tode wird die Blutgefäßwand durchlässiger für Serum (SCHLEYER, 1958). Es kommt somit zu einer Verschiebung des flüssigen Blutanteiles ins Gewebe und intravasal zu einer Erhöhung des Hämatokritwertes (SCHLEYER, 1958; MALLACH, 1966). WENSCH (1937) wies durch Blutentnahmen in horizontalen Schichten an 13 Leichen nach, daß die Hämolyse dort am stärksten ist, wo sich im Blutgefäß die meisten Blutkörperchen befinden. Hämatokritwert und Hämolyse verhalten sich somit proportional. Bei Rückenlage der Leiche nimmt die Hypostase ventralwärts ab. Entsprechend ist eine Abnahme des Hämatokrits und der Hämolyse festzustellen (WENSCH, 1937). Hypostase, Hämatokrit und Hämolyse sind also lageabhängig. MALLACH und LAUDAHN (1964) wiesen eine Zunahme korpuskulärer Substrate im Leichenblut gegenüber Vitalblut nach. Sie nahmen an, daß mit dem Fortfall der physiologischen Per-

meabilitätsschranken ein Austausch von Metaboliten zwischen korpuskulären Elementen und Serum einerseits sowie Serum und Gewebe andererseits stattfindet. Nach den Untersuchungen von DOERING, KORINTH und SCHMIDT (1962) liegen der Totenstarre spezielle biochemische Stoffwechselvorgänge im Leichenmuskel zugrunde. Die Vorgänge dürften unter anderem in starkem Maße von den bei der Hämolyse freiwerdenden Substraten abhängen. Deshalb ist zu vermuten, daß die Hypostase und die damit verbundene Hämolyse entscheidenden Einfluß auf den Ablauf der Totenstarre nehmen.

Folgende Modellvorstellung ist daher zu entwerfen. Nach jeweiliger Lage der Leiche bildet sich die Hypostase unterschiedlich aus. Entsprechend der Senkungsblutfülle werden verschiedene Hämatokritwerte gefunden. Je höher diese sind, desto stärker und schneller läuft die Hämolyse ab. Demnach diffundieren unterschiedliche Enzym-, Coenzym- und Substratmengen in das benachbarte Muskelgewebe und beeinflussen dort in Stärke und Geschwindigkeit den postmortalen Stoffwechsel (z.B. Glykogenolyse und Glykolyse). Daraus resultieren zeitlich und örtlich verschiedene Totenstarreabläufe.

Nach dieser Vorstellung wäre also die Lage der Leiche mit entscheidend für den Ablauf der Totenstarre. Daß dies nicht immer ausschlaggebend ist, versteht sich von selbst, wenn man beachtet, daß die einzelnen Stufen zwischen Hypostase und Verkürzung des Leichenmuskels auch bei gleicher Lage der Leiche verschieden und unterschiedlich beeinflußt sein können. So dürften Muskelmasse, verfügbares Glykogen und energiereiches Phosphat, Beanspruchung der einzelnen Muskeln vor dem Tode, deren gewebliche Zusammensetzung, Blutkörperchenresistenz, Eigen- und Umgebungstemperatur - um nur einige Faktoren zu nennen - den Totenstarreablauf entscheidend modifizieren.

Die Feststellung (MALLACH und LAUDAHN, 1964), daß bei gleichem Leichenalter die Substratkonzentrationen im Jugular- und Femoralvenenblut unterschiedlich sind, gewinnen daher an Bedeutung. Die beiden Autoren fanden im Jugularvenenblut niedrigere Substratkonzentrationen und kleinere Hämatokritwerte als im Femoralvenenblut. An anderer Stelle (MALLACH, 1966) wurde der Unterschied zwischen dem Hämatokrit des Jugular- und dem des Femoralvenenblutes als signifikant nachgewiesen. Nach der eigenen Statistik ist die zeitliche Ausbildung der Totenstarre in der oberen und unteren Körperhälfte verschieden. Es ist naheliegend, daß ein Zusammenhang zwischen diesem Ergebnis und den von MALLACH und LAUDAHN (1964) beschriebenen Beobachtungen besteht.

Die Hämolyse scheint im oberen Körperabschnitt schneller abzulaufen. Die korpuskulären - vorwiegend in den Erythrocyten gebundenen - Substrate werden somit schneller frei. Früher als in der unteren Körperhälfte diffundieren sie ins Muskelgewebe und beeinflussen den postmortalen Stoffwechsel, so daß die Totenstarre eher ausgebildet wird. Im Jugularvenenblut muß bei einer gegenüber dem Femoralvenenblut fortgeschritteneren Hämolyse der Hämatokritwert kleiner und, da die Substrate weitgehend abdiffundiert sind, auch deren Konzentrationen niedriger sein.

Nach den eigenen Ergebnissen läuft die Totenstarre in der Regel in den Nackengelenken zuerst ab. Es handelt sich also um eine Körperregion, die bei der häufigsten Lage der Leiche, nämlich der Rückenlage, sehr stark von der Hypostase betroffen wird. Aus Tabelle 32 ist die Lokalisation der Totenflecke und damit die örtliche Verteilung der Hypostase zu entnehmen. Es ergibt sich, daß bei der überwiegenden Anzahl der Fälle die Hypostase in den dorsalen Körperpartien (Rücken, Flanken, Nacken) ausgebildet

war. Nach WENSCH (1937) ist die postmortale Hämolyse im Gebiet der Senkungsblutfülle am stärksten. Es wäre damit geklärt, warum an den Nackengelenken die Totenstarre zuerst abläuft. Starke Senkungsblutfülle im Rückenbereich kann auch über Substratdiffusion in die angrenzenden Muskelpartien des Nackens trotz hypostasefreier Nackenregion dort eine frühzeitige Starre auslösen.

Ließ sich mit der aufgestellten Hypothese erklären, warum an den Nackengelenken die Totenstarre zuerst abläuft, so ist sie nicht ganz zwanglos auf die anderen Gelenke übertragbar. Nach den eigenen Untersuchungen bildet sich die Totenstarre in den Ellenbogengelenken früher aus als in denen des Kiefers. Dies läßt sich bei der am häufigsten angetroffenen Rückenlage so interpretieren, daß die Muskeln, die auf die Ellenbogen einwirken, tiefer und damit im Bereich einer stärkeren Hypostase liegen. Aus Tabelle 32 ist ersichtlich, daß die Totenflecke als Ausdruck der Hypostase relativ häufig die abhängigen Partien der Arme einnehmen. Weiterhin wäre zu erwägen, ob die den postmortalen Muskelstoffwechsel beeinflussenden Substrate auch aus der Senkungsblutfülle des Rückens in die umgebenen Gebiete diffundieren. Dabei sind die Diffusionswege bis zu den an den Gelenken des Kiefers und Ellenbogens ansetzenden Muskeln etwa gleich groß. Es läßt sich deshalb nicht entscheiden, inwieweit das unterschiedliche Verhalten beider Gelenke von der Substratdiffusion aus der benachbarten Rückenregion abhängt.

Knie- und Sprunggelenke sind in der Regel die Gelenke, an denen die Totenstarre zuletzt abläuft. Gegenüber dem Jugularvenenblut fanden MALLACH und LAUDAHN (1964) im Femoralvenenblut bei einem durchschnittlichen Leichenalter von 73 hpm sowohl eine größere Substratkonzentration als auch einen höheren Hämatokritwert. Nach der Modellvorstellung

bedeutet dies, daß die Hämolyse im Blutstromgebiet der Beine verzögert eintritt. Damit würden die zur Bildung der Totenstarre nötigen stoffwechselaktiven Substratkonzentrationen erst zu einem späteren Zeitpunkt in der Beinmuskulatur erreicht. Aus den Untersuchungen über den Hämatokrit des Leichenbluts von MALLACH (1966) läßt sich entnehmen, daß dessen Maximalwert in der Jugularvene etwa zwischen 50 und 100 hpm durchlaufen wird. Im Femoralvenenblut wird die stärkste Bluteindickung etwa zwischen 80 und 120 hpm vorgefunden. Der Hämatokrit des Femoralvenenblutes ist zwar zu allen Entnahmezeitpunkten höher, aber gegenüber dem des Jugularvenenblutes deutlich phasenverschoben. Somit ist zu vermuten, daß die Blutkörperchen der unteren Körperhälfte später oder langsamer hämolysieren und deshalb die Totenstarre in den Gelenken der Beine in der Regel verspätet eintritt.

Mit der aufgestellten Hypothese, der Verlaufstyp der Totenstarre hänge in entscheidendem Maße von der Hypostase oder besser von der postmortalen Blutverteilung ab, liessen sich die von den verschiedenen Autoren beschriebenen unterschiedlichen Abläufe deuten. Es käme vor allem auf die Lage der Leiche an, wobei durch unterschiedliche Verteilung des Blutes verschiedene Totenstarreabläufe hervorgerufen werden können.

Bei der statistischen Untersuchung der Totenflecke wurde deren unterschiedliche Wegdrückbarkeit mit zunehmendem Leichenalter ausgewertet. Es ließ sich berechnen, daß bei der Prüfung auf Daumendruck die Totenflecke durchschnittlich bei 23 hpm gut (vollständig), bei etwa 40 hpm mäßig (unvollständig) und bei 59 hpm nicht mehr wegdrückbar waren. Das entsprechende Verhalten bei der Prüfung auf Pinzettendruck wurde bei 35 hpm, 61 hpm und 63 hpm vorgefunden.

Ein Vergleich aller geprüften Stufen mit früheren Beobachtungen ist mangels ausreichender Angaben im Schrifttum nicht möglich. MALLACH (1964) kommt bei der Durchsicht der Literatur von 1905 bis 1963 zu einem durchschnittlichen Zeitwert für die vollständige Wegdrückbarkeit auf Daumendruck von 5 1/2 hpm. Für die unvollständige Wegdrückbarkeit auf Pinzettendruck gibt er eine mittlere Zeit von 17 hpm an. Nach PROKOP (1966) seien die Totenflecke auf mäßigen Druck (wahrscheinlich Daumendruck) bis maximal 20 Stunden p.m. wegdrückbar, auf Druck mit harten Gegenständen bis maximal 36 hpm.

Nach den eigenen Berechnungen liegen die Zeitwerte der wegdrückbaren Totenflecke insgesamt höher als bislang angenommen wurde. Damit kann in einem größeren postmortalen Zeitintervall eine Aussage über das Leichenalter gemacht werden. Beim Vergleich der berechneten Standardabweichungen (Tabelle 39) mit denen der Ergebnisse über die Totenstarre (Tabelle 17) sind diese in etwa gleich groß. Unter diesem Gesichtspunkt ist nicht einzusehen, daß den Totenflecken nach der einheitlichen Meinung im Schrifttum weniger Bedeutung für die Todeszeitbestimmung zugeschrieben wird als der Totenstarre. Wie gezeigt werden konnte, sind über die angegebene subtilere Untersuchungstechnik recht brauchbare Anhaltspunkte zur Bestimmung des Leichenalters zu gewinnen.

Da die Bewertung des Grades, in dem die Totenflecke wegdrückbar sind, subjektiv ist, erscheint es fraglich, inwieweit die Ergebnisse reproduzierbar sind. Auch durch die Prüfung selbst sind abweichende Ergebnisse möglich. So könnte entscheidend sein, daß unterschiedlicher Druck mit Daumen oder Pinzette bei mehreren Prüfungen desselben Totenfleckbezirkes subjektiv als gleichwertig befunden wird. Andererseits nimmt der eine Untersucher noch mäßigen

Druck an, wo ein anderer schon stärkeren oder starken angewendet zu haben glaubt. Um so erstaunlicher ist es, daß die eigenen Zeitwerte fast ausschließlich signifikant unterschieden waren. Es ist anzunehmen, daß der vorliegenden Arbeit ein strenger Bewertungsmaßstab bei relativ einheitlicher Prüfung vorausging.

Das Ergebnis, daß die Totenflecke bei etwa 63 hpm durchschnittlich nicht mehr auf Pinzettendruck wegdrückbar sind, zeigte keinen signifikanten Unterschied beim Vergleich mit den mittleren hpm-Werten für die nicht mehr vorhandene Wegdrückbarkeit auf Daumen- und mäßige Wegdrückbarkeit auf Pinzettendruck. Eine Erklärung dafür könnte sein, daß es sich dabei nicht um den wahren Mittelwert handelt, sondern um einen Wert im unteren zeitlichen Streubereich. Unter der Voraussetzung, daß die Wegdrückbarkeit mit zunehmendem Leichenalter linear abnimmt, wurde extrapoliert und damit ein späterer Zeitpunkt zwischen 85 und 90 hpm in Abbildung 11 dargestellt, bei dem die Totenflecke auf Pinzettendruck als nicht mehr wegdrückbar zu erwarten sind.

Nimmt man an, daß durchschnittlich bei etwa 63 hpm der Zeitpunkt durchlaufen wird, bei dem die Totenflecke selbst mit größtem Druck nicht mehr wegdrückbar sind, so wäre das eigene Vorgehen falsch gewesen. Da noch im Mittel bei etwa 61 hpm die Totenflecke auf Pinzettendruck mäßig wegdrückbar sind, würde es bedeuten, daß innerhalb zwei Stunden das Verhalten der Totenflecke durch einen neu hinzutretenden (bisher unbekannten) Faktor entscheidend beeinflußt wird. Dem widerspricht aber die Tatsache, daß der Übergang vom hypostatischen in den Diffusions-Totenfleck fließend ist (MUELLER, 1950).

Nach den vorangehenden Erörterungen ist mit der Beurteilung der Totenstarre und Totenflecke eine nur begrenzte Aussage über das Leichenalter möglich. Mit einer kombinierten Anwendung beider postmortaler Veränderungen mögen zum Teil recht brauchbare Anhaltspunkte zur Todeszeitbestimmung gewonnen werden, da mit der Zahl der zu prüfenden Merkmale die Aussage stichhaltiger wird. Die subjektive Bewertung sollte durch objektive Meßmethoden ersetzt werden, damit der bisher unbekannte Einfluß innerer und äußerer Faktoren abgegrenzt wird.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe maschineller Datenverarbeitung wurden 271 Sektionsprotokolle eines Begutachters der Berichtszeit von Anfang 1965 bis Oktober 1968 statistisch ausgewertet. Es interessierte das Verhalten von Totenstarre und Totenflecken in der Beziehung zum Leichenalter.

Als signifikant unterschieden konnte der Totenstarreablauf bei Neugeborenen, Säuglingen und älteren Personen nachgewiesen werden. Für die beiden Geschlechter kam man zu dem gleichen Ergebnis. Dabei verhielten sich maximal entwickelte Totenstarre und Lösungsgeschwindigkeit proportional.

Für die Leichen mit einem Lebensalter von mindestens 10 Jahren berechnete sich für die voll ausgeprägte Totenstarre eine durchschnittliche Zeit von 25 hpm. Vollständig gelöst wurde die Totenstarre im Mittel bei 95 hpm angenommen.

Als die häufigsten Lösungswege der Totenstarre konnten ermittelt werden:

a) Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung der Ellenbogengelenke

b) Primäre Nackenlösung mit folgender Lösung der Kiefergelenke

c) Primäre Nackenlösung mit gemeinsam folgender Lösung der Ellenbogen-und Kiefergelenke

d) Primäre Lösung der Ellenbogengelenke.

In der Reihenfolge Nacken-, Ellenbogen-, Kiefer-, Knie- und Sprunggelenke lagen die Gelenke mit zunehmendem Leichenalter in fest totenstarrem und vollständig gelöstem Zustand vor.

Die Totenflecke waren durchschnittlich bei 23 hpm gut, 40 hpm mäßig und 59 hpm nicht mehr auf Daumendruck wegdrückbar. Auf Pinzettendruck wurde im Mittel bei 35 hpm gute, 61 hpm mäßige und 63 hpm keine Wegdrückbarkeit vorgefunden.

Allerdings sind die Abweichungen von den Durchschnittswerten so groß, daß der Zustand der Totenstarre und Totenflecke wenig geeignet ist, den Todeszeitpunkt genau zu bestimmen.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. BATE-SMITH, E.C. and J.R. BENDALL: Rigor mortis and Adenosintriphosphate. J. Physiol. 106, 177 - 185 (1947).

2. BRUGSCH, T.: Lehrbuch der inneren Medizin, 13. Aufl., Bd.1, Urban & Schwarzenberg Verlag, Berlin/München: 1948.

3. DEVERGIE, A.: Mors.: in Universallexikon der practischen Medicin und Chirurgie, Bd. 2, Franke'sche Verlagsexpedit. Leipzig: 1841.

4. DOERFFEL, K.: Beurteilung von Analysenverfahren und -ergebnissen, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg: 1962.

5. DOERING, G., E. KORINTH and O. SCHMIDT: Postmortem glycogenolysis in muscle. J. forens. Med. 6, 106 - 116 (1962).

6. FORSTER, B.: Postmortale Magen-Darm-Peristaltik und Totenstarre nach CO- und E 605-Vergiftung. Vortrag Tagg.Dtsch.Ges. Gerichtl.Med.,München 1963; zit.nach O.Prokop (1966).

7. FREUDENBERG, K.: Grundriß der medizinischen Statistik, Schattauer-Verlag, Stuttgart: 1962.

8. GOTTSCHALK, R.: Grundriß der gerichtlichen Medizin für Ärzte und Juristen, 4. Aufl., Georg Thieme Verlag, Leipzig: 1912.

9. HANSEN, G.: Gerichtliche Medizin, 2. Aufl., Edition Leipzig: 1965.

10. HARNACK, E.: Gerichtliche Medizin, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig: 1914.

11. HOFMANN, E.v.: Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen. Viertelj.schr.gerichtl.Med. 25, 229 - 261 (1876).

12. HOFMANN, E.v.: Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen. Viertelj.schr.gerichtl.Med. 26, 17 - 40 (1877).

13. IMMICH, H.: Klinischer Diagnoseschlüssel, Schattauer-Verlag, Stuttgart: 1966.

14. KORNFELD, H.: Handbuch der Gerichtlichen Medizin, Enke-Verlag, Stuttgart: 1884.

15. LARCHER, J.-F.: Des phénomènes cadavériques au point de vue de la physiologie et médecine légale. Médecine 19, 685 - 709 (1862).

16. LOCHTE, Th.: Über die Absterbeerscheinungen der Skelettmuskulatur, insbesondere über die Totenstarre in gerichtlich-medizinischer Beziehung. Dtsch.Zschr.gerichtl.Med. 2, 169 - 190 (1923).

17. MALLACH, H.J.: Zur Frage der Todeszeitbestimmung. Berl.Med. 18, 577 - 582 (1964). z.T. unveröffentlicht (1962).

18. MALLACH, H.J.: Über Hämatokrit und Wasserstoffionenaktivität des Leichenblutes. Zschr.für Blutforschung 12, 89 - 94 (1966).

19. MALLACH, H.J. und G. LAUDAHN: Vergleichende Untersuchungen mit enzymatischen Methoden an Vital- und Leichenblut im Hinblick auf die Todeszeit. Klin.Wschr. 14, 693 - 699 (1964).

20. MASCHKA, J.: Handbuch der Gerichtlichen Medizin, Bd. 3, Lauppsche Buchhandlung, Tübingen: 1882.

21. MEIXNER, K.: Die Totenstarre beim Menschen. Dtsch.Zschr.gerichtl.Med. 2, 398 - 411 (1923).

22. MERKEL, H.: Über Todeszeitbestimmungen an menschlichen Leichen. Dtsch.Zschr.gerichtl.Med. 15, 285 - 319 (1930).

23. MERKEL, H. und K. WALCHER: Gerichtsärztliche Diagnostik und Technik, 3. Aufl., Hirzel-Verlag, Leipzig: 1951.

24. MITTENZWEIG, H.: Leitfaden für gerichtliche Obduktionen, Hirschwald-Verlag, Berlin: 1878.

25. MUELLER, B.: Untersuchungen über die Histologie der Totenflecke. Dtsch.Zschr.gerichtl.Med. 40, 499 - 510 (1950).

26. MÜLLER-HEß, V.: Das Problem der Totenstarre. Jahreskurse f.ärztl.Fortb. 14, 22 - 29 (1923).

27. NAUMANN, E.: Untersuchungen über den Gang der Totenstarre. Pflüg. Arch. 169, 517 - 536 (1917).

28. NYSTEN, P.-H.: Recherches de physiologie et chimie pathologiques pour faire suite à celles de Bichat sur la vie et la mort, Paris: 1811.

29. PONSOLD, A.: Lehrbuch der Gerichtlichen Medizin, 3. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart: 1967.

30. PROKOP, O.: Forensische Medizin, Verlag Volk und Gesundheit, Berlin: 1966.

31. PSCHYREMBEL, W.: Klinisches Wörterbuch, 185.-250. Aufl., Walter de Gruyter & Co. Verlag, Berlin: 1969.

32. PUPPE, G.: Atlas und Grundriss der Gerichtlichen Medizin, Bd. 1, J.F. Lehmanns Verlag, München: 1908.

33. SCHLEYER, F.: Postmortale klinisch-chemische Diagnostik und Todeszeitbestimmung mit chemischen und physikalischen Methoden, Georg Thieme Verlag, Stuttgart: 1958.

34. SCHMIDTMANN, A.: Handbuch der Gerichtlichen Medizin, 9. Aufl., Bd. 1, Hirschwald-Verlag, Berlin: 1905.

35. STRASSMANN, F.: Medizin und Strafrecht, Langenscheidt, Berlin: 1911.

36. STRASSMANN, G.: Beiträge zum Kapitel der forensisch wichtigen Leichenerscheinungen. Beitr.gerichtl.Med. 5, 157 - 188 (1922).

37. SZENT-GYÖRGYI, A.: Chemistry of muscular contraction, 2. Aufl., Academic Press, New York: 1951.

38. WALCHER, K.: Gerichtliche Medizin für Juristen und Kriminalisten, J.A. Barth Verlag, Leipzig: 1950.

39. WENSCH, H.: Die frühzeitig nach dem Tode in der Leiche einsetzende Hämolyse, Inaug. Diss., Halle: 1937.

L e b e n s l a u f

Am 30. November 1940 wurde ich, Hans-Joachim Mittmeyer, als Sohn des Arztes Dr. med. Benno Mittmeyer und seiner Ehefrau Magdalena Mittmeyer, geb. Haller, in Magdeburg geboren.

Nach dem Besuch der Grund- und Oberschule im Bezirk Magdeburg kam ich 1958 nach Tübingen und bestand hier im März 1961 am Kepler-Gymnasium die Reifeprüfung.

Im Sommersemester 1961 begann ich das Medizinstudium an der Universität Tübingen. Dort legte ich 1962 das Vorphysikum, 1964 das Physikum und am 14. August 1968 das Staatsexamen ab.